TIDSSKRIFT FOR PLANTEAVL

Organ for Statens Forsøgsvirksomhed i Plantekultur

UDGIVET AF STATENS PLANTEAVLSUDVALG

REDIGERET AF *FRITS OLSEN*

55. BINDS 2. HÆFTE

KØBENHAVN

1952

Tidsskrift for Planteavl indeholder beretninger og meddelelser om resultaterne af statens forsøg og undersøgelser vedrørende jorddyrkning og plantekultur, årsoversigter og større afhandlinger angående forhold af interesse for plantedyrkningen samt referater af herhen hørende fremmed litteratur.

Tidsskriftet udkommer årlig i 4 à 5 tvangfrie hæfter à 10—12 ark pr. hæfte og samles, uden hensyn til årgangen, i bind på ca. 50 ark, ca. 800 sider. Bemærkning om bindenes afslutning vil findes på hæfteomslaget.

Abonnement på tidsskriftet kan tegnes på Statens Planteavlskontor for 12 kr. pr. bind. Prisen på enkelte hæfter er kr. 3,00.

Særtryk af beretningerne fra Statens Forsøgsvirksomhed i Plantekultur fås til en billig pris og faglig ordnet fortegnelse over de udkomne beretninger, meddelelser og forsøgstavler fås gratis i begge tilfælde ved henvendelse til Statens Planteavlskontor, Rolighedsvej 26, København V. Kronologisk ordnet fortegnelse findes i Statens Planteavlsudvalgs årsberetning.

Redaktionens adresse er: Statens Planteavlskontor, Rolighedsvej 26, København V., tlf.: 12914.

Studier over jordens fosforsyreindhold.

VI. Jordfosforsyrens opløselighed i fortyndet svovlsyre.

Ved **K. A. Bondorff.**

---

449. beretning fra Statens Forsøgsvirksomhed i Plantekultur.

Nærværende beretning omhandler undersøgelser, udført i forbindelse med udarbejdelsen af den nu anvendte metode til bestemmelse af jordens fosforsyretrang.

Forstanderne ved Statens Forsøgsvirksomhed i Plantekultur.

De i jorden forekommende fosforforbindelser er dels uorganiske, dels organiske. Hvor stor en del af jordens totale fosforindhold, der forekommer i organiske forbindelser, er det — i alt fald for tiden — ikke muligt at bestemme ganske nøjagtigt. Men det er dog givet, at en meget væsentlig del, ofte langt over halvdelen af jordens fosforindhold er til stede i organiske forbindelser.

Dette »organiske« fosfor spiller efter alt foreliggende en ret underordnet rolle for afgrødernes forsyning med fosfor. Vel kan visse organiske fosforforbindelser, som glycerinfosforsyre og fytin, let udnyttes af planterne. Men disse forbindelser omsættes også let mikrobielt til fosfater, og det er usandsynligt, at de forekommer i jorden i nævneværdige mængder. Hovedparten af det »organiske« fosfor synes fastlagt i humusstofferne og kan kun udnyttes af planterne, efterhånden som humusstofferne mineraliseres. Frigørelsen af humusfosfor går parallelt med frigørelsen af humuskvælstof, og på samme måde som jordens humusfor-

bindelser — på højbundsjorder — ikke kan afgive kvælstof nok til de afgrøder, nutidens landmænd kræver, kan humusforbindelserne heller ikke afgive assimilabelt fosfor i tilstrækkelig mængde.

Interessen vil derfor samle sig om jordens »uorganiske« fosfor. En del af dette vil forekomme som det såkaldte silikatbundne fosfor, d. v. s. som bestanddel af silikaterne og vil i laboratoriet først kunne bringes i opløsning, når silikaterne smeltes med soda eller behandles med flussyre. I naturen frigøres dette fosfor kun gennem en langsomt forløbende forvitring af disse forbindelser, og deres bidrag til afgrødernes forsyning med fosfor kan man også se bort fra. Tilbage bliver da en gruppe uorganiske fosforforbindelser, der kan opløses i relativ svag syre. Det er denne fraktion af fosforforbindelser, man — når talen er om afgrødernes forsyning med fosfor, — vil være særligt interesseret i.

Gruppen omfatter måske ikke alle de fosfater, der kan tænkes at eksistere i jorden, men omfatter kalciumfosfaterne, apatiterne indbefattet, magniumfosfater samt jern- og aluminiumfosfater. Nu vides det fra gødningsforsøg, at kalciumfosfaterne, klor- og fluorapatit undtagne, udnyttes godt af planterne. Det samme gælder magniumfosfater, og medens man længe har anset jern- og aluminiumfosfater som praktisk taget værdiløse for planterne, bekræfter de af *J. Find Poulsen* udførte forsøg (1) den formodning, man efterhånden havde fået om, at visse jern- og aluminiumfosfater måtte kunne udnyttes godt af planterne.

Det synes da, som om den syreopløselige fraktion af jordens fosforforbindelser må være afgørende for jordens evne til at forsyne afgrøderne med fosforsyre, **såfremt klor- og fluorapatit ikke udgør nogen større del af denne fraktion.** Men disse apatiter kan ikke antages at forekomme i større mængde i danske jorder, med mindre de tilføres som råfosfat. De kan ikke dannes under de i jorden herskende forhold, og et naturligt indhold af klor- eller fluorapatit forudsætter derfor forekomsten af disse forbindelser blandt de bjergarter, hvoraf jorden er opstået.

Under danske forhold, hvor råfosfat jo normalt ikke anvendes som gødning, skulle den syreopløselige fraktion af jordens fosforforbindelser derfor være den for afgrødernes fosforforsyning afgørende del af jordens fosforindhold.

P. Damsgaard-Sørensen har undersøgt denne fraktion af jordens fosforforbindelser nærmere (2). Han fandt, at den mængde fosforsyre, der gik i opløsning, når jorden behandledes med fortyndet svovlsyre, var uafhængig af syrestyrken, når denne varierede mellem 0.08 og 0.4 normal. De undersøgelser, der her skal refereres, har ikke bekræftet *Damsgaard-Sørensens* resultat, at syrestyrken — i det omtalte interval — ikke spiller nogen rolle for mængden af opløst fosforsyre. Men der har også været anvendt en noget anden metodik. *Damsgaard-Sørensen* rystede 1 g jord i 1 time med 200 ml fortyndet svovlsyre. En så lille jordmængde er det ved rutineanalyser, som nærværende arbejde tog sigte på, uhensigtsmæssigt at arbejde med. Dels bliver vejefejlen let relativ stor, dels er det af mange jorder vanskeligt — uden vidtgående og tidskrævende findeling — at afveje en gennemsnitsprøve på 1 g. Og endelig får man svage opløsninger, hvis fosfatkoncentration ikke kan bestemmes med stor nøjagtighed. Ved undersøgelserne er derfor normalt anvendt 10 g jord, som rystedes med 250 ml fortyndet syre i 3 timer, idet indgående undersøgelser over den opløste fosforsyremængdes afhængighed af rystetiden viste, at mængden af opløst fosforsyre ikke — eller praktisk taget ikke — forøgedes efter 3 timers rystning.

Det skal her anføres, at spørgsmålet om opløsningshastighed har været gjort til genstand for indgående undersøgelse, ikke blot med henblik på jordanalyser, men også med henblik på andre agrikulturkemiske analyser, f. eks. analysen af tungtopløselige fosforgødninger. Der vil senere blive gjort nærmere rede for disse undersøgelser, men en kort redegørelse vil her være naturlig.

Allerede 1932, i den første beretning om jordfosforsyrens opløselighed, behandlede *Bondorff & Steenbjerg* (3) opløsningshastigheden og anførte, at en ligning af formen

$$y = \frac{At}{b+t} \qquad (1)$$

på ret tilfredsstillende måde gengiver resultaterne. I ovenstående ligning er y den opløste fosforsyremængde, t rystetiden, A og b konstanter. Konstanten A er den fosforsyremængde, der går i opløsning ved uendelig lang rystetid, medens konstanten b er den rystetid, der kræves, for at halvdelen af A kan bringes i opløsning. Når man, som ved disse forsøg, arbejder med konstant volumen, kan A og y udtrykkes som koncentrationer, f. eks. mg PO_4/l.

Ligningen (1) kan afledes af en differentialkvotient af formen

$$\frac{dy}{dt} = k\,(A - y)^2 \qquad (2)$$

hvor k er en konstant $= 1:Ab$.

Ligning (2) angiver, at opløsningshastigheden er proportional med kvadratet på »umættetheden«, $A-y$, men *Bondorff & Steenbjerg* gjorde opmærksom på, at selv om ligning (1) på tilfredsstillende måde kan gengive forsøgsresultaterne, så de ingen tvingende grund til, at kvadratet på »umættetheden« skulle være afgørende.

De i årenes løb på Statens Planteavls-Laboratorium udførte undersøgelser har nu vist, at differentialkvotienten (2) dels må opfattes som et specialtilfælde, dels som en tilnærmelse. Opløsningshastigheden er bestemt ved

$$\frac{dy}{dt} = k(a-y)\,(b-y) \qquad (3)$$

hvor a er den mængde, der overhovedet kan gå i opløsning og altså — ved konstant volumen — svarer til mætningskoncentration, medens b er den mængde af vedkommende stof, der behandles (er afvejet). Hvis opløsningen bliver mættet ($y=a$) eller hvis alt det afvejede stof er opløst ($y = b<a$) bliver $dy/dt = 0$.

Integreres (3) får man, når $a \neq b$

$$\log \frac{(a - y) \cdot b}{(b - y) \cdot a} = k_1\,(a-b) \cdot t \qquad (4)$$

For så vidt $a = b$, giver integrationen af (3) ligningen

$$y = \frac{a\ t}{c+t} \text{ , hvor } c = 1/ak, \text{ d. v. s. ligning (1)}$$

Ligningerne (1) og (4) er ikke så forskellige, som deres forskellige form kunne give anledning til at tro. »Slægtsskabet« mellem dem træder tydeligst frem, når man sammenligner differentialkvotienterne.

Ligning (3) giver

$$\frac{dy}{dt} = k(y^2 - y(a+b) + ab) \qquad (5)$$

Sammenligner man hermed

$$\frac{dy}{dt} = k(y^2 - y \cdot 2\sqrt{ab} + ab) \qquad (6)$$

vil det ses at forskellen beror på forskellen mellem $a + b$ og $2\sqrt{ab}$, d. v. s. på forskellen mellem det aritmetiske og geometriske gennemsnit af a og b. Men (6) giver integreret en ligning af formen (1) og ved at vælge k i (6) lidt forskellig fra k i (5) vil man ved en ligning af formen (1) tilnærmet kunne beskrive opløsningsprocessen som funktion af tiden.

Idet rystetiden fikseredes til 3 timer, undersøgtes nu, hvorledes den opløste fosforsyremængde afhang af syrekoncentrationen, når 10 g jord rystedes med 250 ml fortyndet svovlsyre.

Det viste sig da, at den opløste fosforsyremængde steg med syrekoncentrationen, således som det eksempelvis fremgår af tallene i tabel 1 og den tilsvarende figur 1.

Tabel 1. Opløst fosforsyre og syrekoncentration.

Normalitet af svovlsyren	Opløst fosforsyre, mg PO_4/l		
	fundet	beregnet	
		I	II
0	0.63	1.13	—
0.004	1.99	1.98	—
0.008	3.06	2.94	—
0.032	6.46	6.07	—
0.048	7.63	7.17	7.22
0.080	9.30	9.06	9.23
0.100	10.07	10.06	10.07
0.200	11.95	12.26	12.32
0.400	13.50	13.76	13.87
0.700	14.66	14.64	14.66
1.000	15.00	14.99	15.01

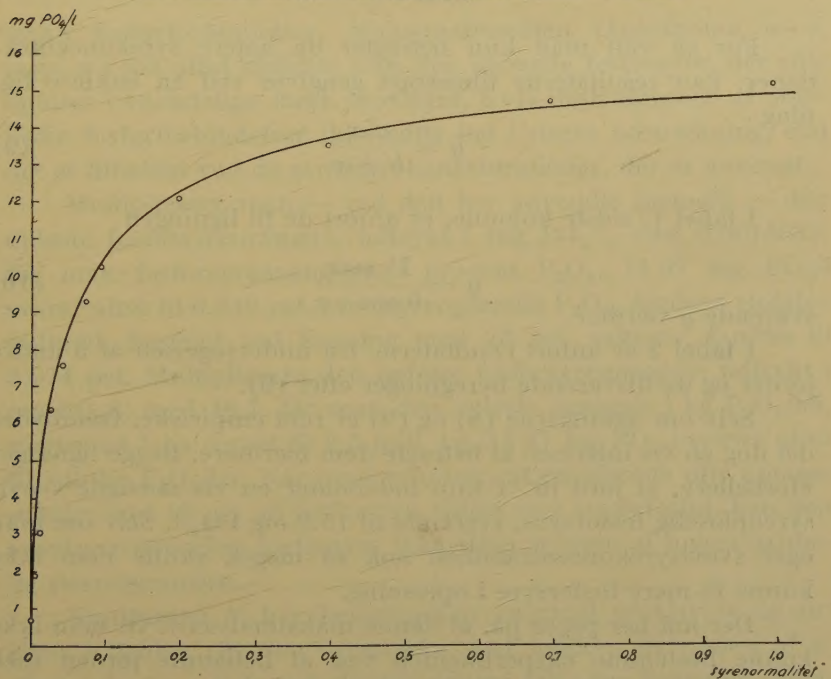


Fig. 1. Forholdet mellem syrestyrke og opløst fosforsyremængde.

Det vil ses, at jo stærkere syre, jo mere fosforsyre opløses. Der er — ved den valgte metodik — ikke tale om, således som *Damsgaard-Sørensen* fandt, at den opløste fosforsyremængde er uafhængig af syrekoncentrationen i et vist interval af denne. Men tallene viser, at den opløste fosforsyremængde åbenbart går mod en vis maksimumsværdi.

Det vil være nærliggende at søge det regelmæssige sammenhæng mellem opløst fosforsyre og syrestyrke beskrevet gennem en ligning, og en ligning, der tilnærmet gengiver resultaterne er

$$y = \frac{ax}{b+x} + c \qquad (7)$$

hvor y er den opløste fosforsyremængde, udtrykt i mg PO_4/l, x syrestyrken, udtrykt i normalitet, a, b og c konstanter. I tabel 1, 3. kolonne, er beregnet en række y-værdier, svarende til ligningen

$$y = \frac{14.767\,x}{0.0653+x} + 1.13 \qquad (8)$$

For så vidt man kun betragter de højere syrekoncentrationer, kan resultaterne tilnærmet gengives ved en enklere ligning

$$y = \frac{a'x}{b'+x} \qquad (9)$$

I tabel 1, sidste kolonne, er anført de til ligningen

$$y = \frac{15.868\,x}{0.0575+x} \qquad (10)$$

svarende y-værdier.

I tabel 2 er anført resultaterne fra undersøgelsen af 5 andre jorder og de tilsvarende beregninger efter (9).

Selv om ligningerne (8) og (9) er rent empiriske, frembyder det dog en vis interesse at betragte dem nærmere. Begge ligninger »fortæller«, at jord nr. 1 kun indeholder en vis mængde svovlsyreopløselig fosforsyre, svarende til 15.9 mg PO_4/l. Selv om man øger svovlsyrekoncentrationen nok så meget, skulle man ikke kunne få mere fosforsyre i opløsning.

Der må her peges på, at denne maksimalværdi vil man ikke kunne bestemme eksperimentelt ved at behandle jorden med koncentreret svovlsyre, idet man derved vil destruere de orga-

Tabel 2. Opløst fosforsyre ved forskellig syrekoncentration.

mg PO_4/l

Jord nr.	Syrens normalitet				a′	b′
	0.1	0.2	0.4	0.8		
1. Fundet.....	10.07	11.95	13.50	—		
Beregnet	10.07	12.32	13.87	14.80	15.87	0.0575
2. Fundet.....	12.25	14.30	16.00	16.46		
Beregnet	11.76	14.10	15.66	16.58	17.61	0.0497
3. Fundet.....	10.15	12.13	14.38	15.16		
Beregnet	9.90	12.42	14.24	15.36	16.67	0.0683
4. Fundet.....	5.95	6.28	6.60	6.98		
Beregnet	5.81	6.37	6.69	6.86	7.04	0.0211
5. Fundet.....	9.91	10.38	10.62	10.53		
Beregnet	9.91	10.38	10.63	10.76	10.89	0.0099
6. Fundet.....	1.85	6.28	10.38	11.20		
Beregnet	(4.25)	6.67	9.32	11.63	15.46	0.2638

niske fosforforbindelser. Maksimalværdien (konstanten $a+c$, resp. a') må altså opfattes som den mængde fosforsyre, der ville opløses i »uendelig« stærk svovlsyre, hvis destruktionen af organiske fosforforbindelser ikke satte ind i større udstrækning, end det er tilfældet ved de svovlsyrekoncentrationer, der er anvendt.

Multiplicerer man — ved den her anvendte metodik — den opløste fosforsyremængde, udtrykt i mg PO_4/l, med 0.0018685, får man fosforsyremængden i procent P_2O_5. 15.87 mg PO_4/l svarer altså til 0.030 pct. svovlsyreopløselig P_2O_5. Jordens »totale« indhold, bestemt ved kogning med 20 pct. saltsyre, fandtes til 0.074 pct. Multipliceres den opløste fosforsyremængde, udtrykt i mg PO_4/l, med 46.7, får man den opløste mængde i kg P_2O_5/ha, vægten af 1 ha regnet til 2.5 mill. kg. 15.87 mg PO_4/l svarer altså til 740 kg P_2O_5/ha. Når man erindrer, at en afgrøde ofte optager mindre end 10 pct. af fosforsyre, tilført som superfosfat, kan den svovlsyreopløselige fosforsyre ikke siges at være af nogen urimelig størrelsesorden.

Konstanten b' har benævnelsen »normal svovlsyre« og angiver i ligning (9) den syrestyrke, ved hvilken halvdelen af a' går i opløsning. Selv om planterødderne ikke har fortyndet svovl-

syre til rådighed, må det dog antages, at konstanten b' er udtryk for forhold, som ikke er uden betydning for afgrødernes forsyning med fosforsyre. Jo mindre b' er, jo »lettere« opløselig er fosforsyren, således at forstå, at en relativ stor mængde af den svovlsyreopløselige fosforsyre går i opløsning i ganske svag svovlsyre.

I tabel 3 er, for de 6 i tabel 2 opførte jorder, dels anført den svovlsyrekoncentration, ved hvilken 10 pct. af maksimalmængden går i opløsning, dels den koncentration, der er nødvendig for at opløse en fosforsyremængde, svarende til 60 kg P_2O_5/ha.

Tabel 3. Data vedrørende fosforsyrens opløselighed.

Jord nr.	Svovlsyrenormalitet × 10^3		a′	Ft_1	Ft_2
	10 pct. opløst	60 kg P_2O_5 opløst			
1.....	6.39	5.07	15.87	2.5	2.8
2.....	5.52	3.91	17.61	3.5	3.3
3.....	7.59	5.70	16.67	2.5	2.8
4.....	2.34	4.71	7.04	2.8	1.5
5.....	1.10	1.32	10.89	5.1	2.4
6.....	(29.31)	(23.91)	15.46	0.5	1.5

I tabel 3 er endvidere som Ft_1, anført fosforsyretal, bestemt efter salpetersyremetoden, og som Ft_2 fosforsyretal, bestemt efter svovlsyremetoden.

De i tabellerne 2 og 3 anførte data viser dels, hvor forskellige jorder er, dels hvor umuligt det er gennem et enkelt tal at give nøjere oplysning om fosforsyretilstanden i en jord. Når tallene for jord nr. 6 er sat i parentes, er årsagen den, at beregningen, som tabel 2 viser, her giver for lave værdier for syrenormaliteten.

Skønt man ved rutineanalyser vil tage en bestemt og ikke for lille jordmængde i arbejde, koncentreredes undersøgelserne hurtigt om forholdet mellem jord og syremængde. Da denne sidste altid — af rent arbejdsmæssige grunde — udgjorde 250 ml, varieredes forholdet jord: vædske altid derved, at der indvejedes vekslende jordmængder. Syren var ved de allerfleste af de mange analyser, der udførtes, 0.2 normal svovlsyre. Som eksempel på, hvorledes den opløste fosforsyremængde afhænger af den indvejede jordmængde, skal anføres de i tabel 4 gengivne tal.

Tabel 4. Opløst fosforsyre som funktion af jordmængden.

Gram jord pr. 250 ml 0.2 n H_2SO_4	Oplost fosforsyre, mg PO_4/l Jord nr.						
	1	6	7	8	9	10	11
1.0	1.42	1.60	5.03	2.94	2.73	0.29	3.50
2.5	3.44	3.56	10.81	7.79	6.81	0.62	8.31
5.0	6.54	5.72	18.25	14.11	13.55	1.14	15.73
7.5	9.38	6.56	22.13	20.50	18.92	1.63	21.64
10.0	12.04	6.80	24.13	26.65	25.36	2.18	26.98
15.0	17.28	6.40	28.75	36.04	37.48	3.11	36.88
20.0	22.44	5.20	30.00	44.52	49.03	4.18	44.39
Ft_1	2.5	0.5	0.3	2.2	7.7	2.3	2.1
Ft_2	2.8	1.6	5.7	6.2	5.9	0.5	6.3

Det vil af tabel 4 ses, at i intet tilfælde vokser den opløste fosforsyremængde proportionalt med den indvejede jordmængde. Fordobles jordmængden, går altid mindre end den dobbelte fosforsyremængde i opløsning og jord nr. 6 er eksempel på, at øges jordmængden, kan den opløste fosforsyremængde aftage. Hvilken rolle forholdet jord:vædske spiller for fosforsyrens opløselighed, har været undersøgt på et meget stort antal jordprøver. Det må nemlig anses for et ret vigtigt spørgsmål, alene ud fra den betragtning, at — såfremt man overhovedet kan tale om et forhold jord:vædske ude i marken — dette forhold vil være så snævert, at det ikke kan efterlignes ved laboratorieundersøgelser. Man vil derfor være interesseret i, om der kan findes et lovmæssigt sammenhæng mellem opløst fosforsyre og forholdet jord: opløsningsmiddel, der gør en eventuel ekstrapolation mulig.

Betragter man tallene i tabel 4 nærmere, tyder de på et lovmæssigt sammenhæng, der måske bliver endnu tydeligere, hvis man — som i tabel 5 — angiver den pr. gram jord opløste fosforsyremængde som funktion af den indvejede jordmængde. I figur 2 er resultaterne afbildet for jorderne nr. 1, 6 og 11.

Sammenhænget mellem den pr. gram jord opløste fosforsyremængde v og den — ved konstant rumfang 0.2 n svovlsyre — indvejede jordmængde, z, synes at kunne gengives ved en ligning af formen

$$v = \frac{a}{b+z} + c \qquad (11)$$

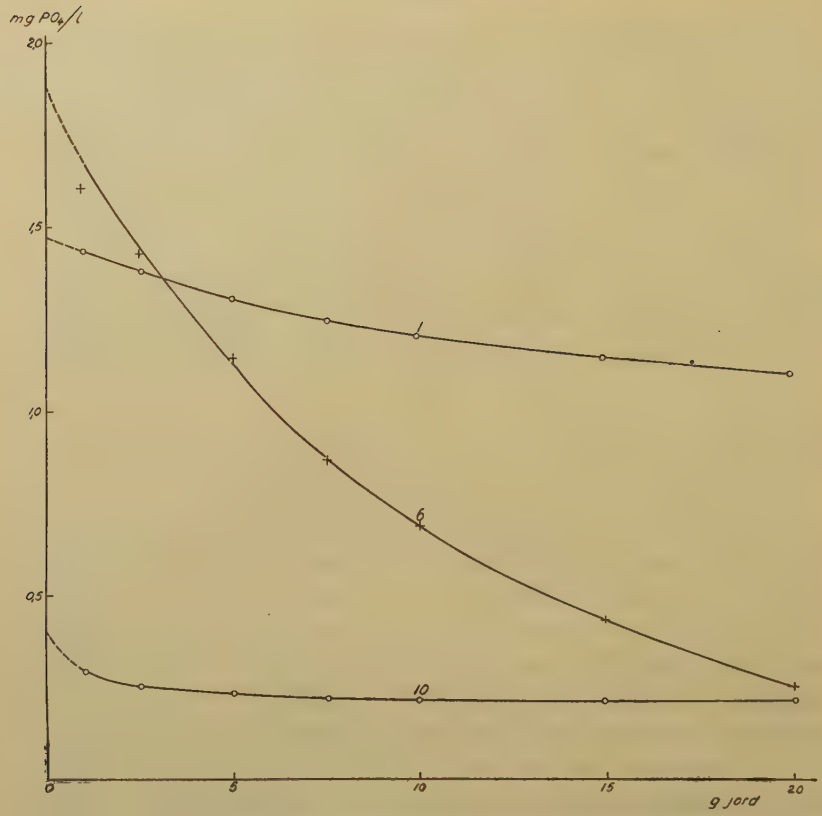


Fig. 2. Forholdet mellem indvejet jordmængde og opløst fosforsyremængde pr. g jord

hvor a, b og c er konstanter. De for de forskellige jorder beregnede konstanter er anført forneden i tabel 5, og de beregnede v-værdier er anført i tabellen med kursiv.

Ligning (11) er — som den står — rent empirisk og angiver således kun, at den pr. gram jord opløste fosforsyremængde, v, daler fra $a/b+c$, til c når den indvejede jordmængde stiger fra 0 til ∞.

Søger man en forklaring på, hvorfor v aftager med stigende indvejning af jord, vil det være naturligt at tænke på den aftagen af syrestyrken, som stigende jordmængder vil fremkalde. Kun ved jordmængden 0 er syrestyrken 0.2 normal; jo større jordmængde, der indvejes, des mindre vil den virkelige syrestyrke være og indvejes tilstrækkelig store jordmængder, vil syrestyrken

Tabel 5. Opløst fosforsyre pr. g jord.

mg PO_4/l.

Gram jord	Jord nr.						
	1	6	7	8	9	10	11
1.0	*1.42* 1.42	*1.66* 1.60	*4.99* 5.03	*3.00* 2.94	*2.70* 2.73	*0.29* 0.29	*3.50* 3.50
2.5	*1.36* 1.38	*1.42* 1.42	*4.32* 4.32	*2.93* 3.12	*2.67* 2.72	*0.25* 0.25	*3.33* 3.32
5.0	*1.30* 1.31	*1.11* 1.14	*3.50* 3.65	*2.82* 2.82	*2.62* 2.71	*0.23* 0.23	*3.09* 3.15
7.5	*1.25* 1.25	*0.87* 0.87	*2.92* 2.95	*2.71* 2.73	*2.58* 2.52	*0.22* 0.22	*2.89* 2.89
10.0	*1.21* 1.20	*0.69* 0.68	*2.49* 2.41	*2.60* 2.67	*2.55* 2.54	*0.21* 0.22	*2.72* 2.70
15.0	*1.15* 1.15	*0.42* 0.43	*1.88* 1.92	*2.41* 2.40	*2.49* 2.50	*0.21* 0.21	*2.44* 2.46
20.0	*1.12* 1.12	*0.24* 0.26	*1.48* 1.50	*2.23* 2.23	*2.44* 2.45	*0.21* 0.21	*2.22* 2.22
a	5.83	33.0	59.45	502.98	26.95	0.156	78.12
$b = e/k$	10.93	12.5	9.78	101.00	35.00	0.78	24.88
c	0.93	÷0.78	÷0.52	÷1.93	1.95	0.20	0.48
$a/b = d$	0.53	2.64	6.08	4.98	0.77	0.20	3.14
$a/b+c = k$ ..	1.46	1.86	5.56	3.05	2.72	0.40	3.62
e	15.96	23.25	54.40	307.83	95.25	0.31	90.09

kunne dale til nul eller — f. eks. ved kalkholdige jorder — endda kunne blive negativ. Betragtes ligning (11) ud fra dette synspunkt, repræsenterer konstanten c en fosforsyremængde, der går i opløsning, selv om syrestyrken — når z bliver tilstrækkelig stor — synker til nul. Det vil da være nærliggende at kalde c vandopløselig fosforsyre, selv om c-værdien — af grunde, der ikke her skal diskuteres — kan forventes at afvige betydeligt fra den mængde fosforsyre, man vil få i opløsning, hvis jorden virkelig rystes med vand.

Størrelsen a/b vil tilsvarende være den (maksimale) mængde fosforsyre, der — ud over c — kan gå i opløsning, når syrestyrken ved en minimal jordmængde virkelig er 0.2 normal.

I tabel 5 er de beregnede værdier for a/b, c og $a/b + c$ anført. De viser også, hvor forskellig jordfosforsyren er i forskellige jorder. Et forhold, der har en vis interesse er, at $a/b + c$ er af samme størrelse som den maksimalværdi for opløselig fosforsyre, der fås ved at behandle jorden med svovlsyre af stigende styrke. Dette tyder på, at 0.2 normal svovlsyre — når blot forholdet jord:syre vælges tilstrækkeligt lille — opløser hele den fosforsyrefraktion, der overhovedet kan gå i opløsning i svovlsyre. Når man — ved at behandle 10 g jord med syre af stigende styrke — finder en forøgelse af den opløste fosforsyremængde, når syrestyrken øges ud over 0.2 normal (sml. tabel 2), skulle derfor andre forhold end netop syrestyrken spille ind.

En nærmere analyse af de i tabel 5 anførte data viser nu, at det ovenfor anførte synspunkt ikke kan anlægges. Allerede den omstændighed, at konstanten c undertiden findes negativ, giver anledning til betænkelighed, selv om en negativ c-værdi kan forstås således, at jorden ikke indeholder vandopløselig fosforsyre og endda i udpræget grad vil fastlægge vandopløselig fosforsyre, hvis den tilføres. Endnu betænkeligere er det, at den nedgang i syrestyrke, som stigende jordmængder virkelig fremkalder, ikke kan bringes i samklang med ligning (11). Denne fordrer således ved nogle jorder en aftagen af syrestyrken, der er mange gange større end den, man eksperimentelt finder. Der er derfor søgt efter en anden forklaring på det gennem (11) udtrykte forhold.

Allerede i 1932 var *Bondorff & Steenbjerg* (3) inde på, at den opløste fosforsyremængdes afhængighed af forholdet jord: opløsningsmiddel kunne forklares ved, at jorden absorberede en del af den opløste fosforsyre. Denne opfattelse har også ved nærværende undersøgelse vist sig at være den, der bedst kan forklare de iagttagne forhold.

Rystes varierende jordmængder med en konstant mængde af et opløsningsmiddel, der ikke væsentligt ændres som følge af de varierende jordmængder, ville egentlig en fosforsyremængde, y', proportional med den indvejede jordmængde, z, gå i opløs-

ning, sålænge der ikke er tale om mætning af opløsningsmidlet. Udtrykt i ligningsform har man da

$$y' = k \cdot z \qquad (12)$$

Ved konstant rumfang kan y' udtrykkes som en koncentration. Imidlertid sker der en absorption af den opløste fosforsyre. Denne absorption kan udtrykkes ved

$$r = \frac{dkz}{e+kz} \qquad (13)$$

hvor r er den pr. g jord absorberede fosforsyremængde, d og e konstanter. Sammenholdes (12) og (13) får man

$$y' - r = y = kz - \frac{dkz}{e+kz} \cdot z \qquad (14)$$

eller

$$\frac{y}{z} = v = k - \frac{dz}{e/k+z} \qquad (15)$$

Denne sidste kan omformes til

$$v = \frac{de/k}{e/k+z} + (k - d) \qquad (16)$$

Det vil ses, at (16) er af samme form som (11) og gennem antagelsen af, at den fosforsyremængde, man finder i opløsningen, fremkommer som resultat af to modsat rettede processer, en opløsning og en absorption, når man altså til en ligning, der ganske svarer til den empiriske ligning (11).

De i ligning (14) indgående konstanter har følgende betydning.

Konstanten k er mængden af fosforsyre pr. g jord, opløselig i 0.2 n svovlsyre og som foran nævnt synes k at være den totale mængde uorganiske fosforsyre, der overhovedet kan opløses i svovlsyre.

Konstanten d er den mængde fosforsyre, som 1 g jord maksimalt kan absorbere. Den kan kaldes absorptionskapaciteten.

Da rumfangsforholdene har været konstante, er k og d udtrykt ved koncentrationer, mg PO_4/l. Divideres k og d med 4, fås fosforsyremængderne i mg PO_4/g jord.

Konstanten e er den fosforsyrekoncentration, i mg PO_4/l, ved hvilken jorden — under de givne forsøgsbetingelser — er halvt mættet, d. v. s. har absorberet halvdelen af d. Jo mindre e er, desto mindre vil y (ved samme k- og d-værdi) være. Størrelsen $1/e$ kan kaldes absorptionsintensiteten. En stor værdi af $1/e$ betyder, at allerede fra svage fosforsyreopløsninger er en stor del af den fosforsyre, der kan absorberes, absorberet.

Ud fra det her anførte synspunkt vil man betragte de i tabel 5 opførte jorder på en anden måde. Jorderne 6, 7 og 8, der har negative c-værdier, viser sig nu at være jorder, hvis absorptionskapacitet (for svovlsyreopløselig fosforsyre), d, er større end deres indhold af fosforsyre. De må altså betragtes som ganske umættede m. h. t. fosforsyre. Jord nr. 9 er en jord med ikke særligt højt indhold af fosforsyre, men absorptionskapaciteten er lille, kun svarende til 0.77 mg PO_4/l. Af interesse er også sammenligninger mellem nr. 7 og 8 og nr. 8 og 11.

Nr. 8 indeholder væsentligt mindre svovlsyreopløselig fosforsyre end nr. 7. Men ved indvejning af 10 g jord (eller mere), findes mere opløst fosforsyre ved jord nr. 8 end ved nr. 7, grundet på, dels at absorptionskapaciteten er mindst for nr. 8, dels og navnlig fordi nr. 8 har en meget stor e-værdi, d. v. s. en lille absorptionsintensitet. Selv om nr. 8 kan absorbere store mængder fosforsyre, skal der »koncentrerede« opløsninger til, før absorptionen antager noget større omfang.

Nr. 8 og nr. 11 har omtrent samme fosforsyreindhold og den mængde fosforsyre, der går i opløsning ved forskellig indvejningsmængde, er også ret nær ens. Men konstantberegningen afslører en stor forskel mellem de 2 jorder. Det er på grund af sin ringe absorptionsintensitet, den umættede jord nr. 8 kan følge trop med nr. 11.

Et ret stort antal jorder har været undersøgt på denne måde og de forskellige konstanter beregnet. Overensstemmelsen mellem de fundne og beregnede værdier har altid været tilfredsstillende, og konstanterne har givet et dybere indblik i jordens fosforsyretilstand, end man tidligere har haft. Hosstående skal i tabelform gives konstanterne for nogle jorder og for sammenligningens skyld medtages også jorderne fra tabel 5.

Tabel 6. Konstanter for forskellige jorder.

Jord nr.	k	d	e	Ft_1	Ft_2	pct. humus
6	1.86	2.64	23.25	1.0	1.5	52.4
7	5.56	6.08	54.40	0.3	5.7	11.7
8	3.08	4.98	307.93	2.2	6.2	3.1
9	2.72	0.77	95.25	7.7	5.9	2.5
10	0.40	0.20	0.31	1.7	0.5	5.8
11	3.62	3.14	90.09	2.1	6.3	4.5
12	1.64	0.46	15.61	4.5	3.3	2.4
13	3.43	4.86	176.08	4.4	6.2	12.3
14	2.10	0.87	32.72	2.8	4.1	3.4
15	2.10	0.68	11.91	2.4	4.0	3.1
16	1.76	0.96	71.86	5.2	3.7	2.5
17	2.99	0.12	7.78	6.1	7.2	2.0
18	9.50	7.00	122.69	1.7	16.3	9.1
19	2.48	1.14	42.22	—	4.7	2.3
20	3.58	1.26	48.01	—	7.0	2.3
21	5.19	6.17	65.80	0.3	5.8	11.7

Om jorderne skal anføres følgende:

Nr. 6. Okkerholdig lavmosejord fra Nisumgaard ved Skanderborg.
Nr. 7. Jærnholdig, stærkt humusholdig jord (»rødjord«) fra Skærbæk.
Nr. 8. Let sandjord fra Nørre Snedeegnen.
Nr. 9. Lermuld fra Rønde, Djursland.
Nr. 10. Let sandjord (hedejord) fra Hejnsvig.
Nr. 11. Let lermuld fra Kalø, Djursland.
Nr. 12. Lermuld fra Farendløse, Midtsjælland.
Nr. 13. Svær, dyndagtig lerjord fra Volshave, Vestlolland.
Nr. 14. Lermuld fra Hornstrup, Vejleegnen.
Nr. 15. Lermuld fra Ø. Grundet, Vejleegnen.
Nr. 16. Lermuld fra Billesborg, Køgeegnen.
Nr. 17. Sandmuld fra Grevinge, Holbækegnen.
Nr. 18. Stærk humusholdig, dyndagtig jord fra Dybvad, Vendsyssel.
Nr. 19. Svær lerjord fra Sophiehøj, Midtlolland.
Nr. 20. Samme jord gødet med 2000 kg superfosfat/ha.
Nr. 21. Samme jord som nr. 7, anden prøveudtagning.

Det vil ses, hvor forskellig jord kan være. Gennemgår man tabellen nøjere, vil det ses, at høje d-værdier, stor absorptionskapacitet, oftest følges med et højt humusindhold i jorden. Imidlertid har de pågældende jorder været ret jærnholdige og er netop af denne grund inddraget i undersøgelsen. Det er måske snarere jærnindholdet end humusindholdet, der ligger bag den høje absorptionskapacitet.

I og for sig er det mærkeligt, at ligning (14) gengiver forsøgsresultaterne så tilfredsstillende, som den gør. Man skulle vente at ligningen

$$y = kz - \frac{ay}{b+y} \cdot z \qquad (17)$$

var bedre. Denne ligning beskriver absorptionen som bestemt ved fosforsyrekoncentrationen efter absorptionen, y, og ikke ved koncentrationen før absorptionen, kz.

Ligningen (17) kan vel beskrive forsøgsresultaterne for en række jorder, men svigter overfor andre jorder, nemlig de jorder, hvor den opløste fosforsyremængde ved større jordmængder aftager med stigende jordmængder. Det er sådanne jorder, hvor d i ligningen (14) findes større end k, altså jorder, hvis absorptionskapacitet er større end deres indhold af svovlsyreopløselig fosforsyre.

Teorien om, at den ved jordens behandling opløste fosforsyremængde fremkommer som differens mellem en opløsnings- og en absorptionsproces, er søgt underbygget ved undersøgelser over, hvorledes forholdene stiller sig, når man tilsætter systemet opløst fosforsyre.

Hvis ligningen

$$y = kz - \frac{dkz}{e+kz} \cdot z \qquad (14)$$

beskriver forholdene, skulle man, når der tilsættes fosforsyre i en mængde svarende til t mg PO_4/l, få

$$y = kz + t - \frac{d(kz+t)}{e+kz+t} \cdot z \qquad (18)$$

Fikseres z (jordmængden), f. eks. til 10 g, får man

$$y = 10\,k+t - \frac{d(10\,k+t)}{e+10\,k+t} \cdot 10 \qquad (19)$$

Man skulle altså ud fra forsøg med stigende indvejning af jord kunne beregne, hvad der vil ske, hvis man ved konstant jordmængde tilfører stigende mængder fosforsyre.

Som eksempel skal anføres tallene fra et forsøg med jord nr. 11. Ved forsøg med stigende jordmængder var fundet de i

tabel 5 anførte resultater. Der afvejedes derpå 6 portioner a 10 g som rystedes 3 timer med 250 ml 0.2 *n* svovlsyre, hvortil — i form af KH_2PO_4 — var sat fosforsyre, svarende til 0, 4, 8, 12, 16 og 20 mg PO_4/l. Filtraternes fosforsyreindhold er anført nedenfor.

mg PO_4/l tilsat	mg PO_4/l i filtrat	
	fundet	beregnet
0	26.98	27.20
4	30.51	30.52
8	34.02	33.86
12	37.38	37.26
15	40.42	40.68
20	43.82	44.14

Ved undersøgelsen af en række forskellige jorder har man fået tilsvarende resultater. Spørgsmålet om fosforsyrens absorption skal iøvrigt ikke behandles nærmere i nærværende beretning.

Hvad absorptionens natur angår, hersker endnu uklarhed. Det kunne tænkes, at der i de stærkt sure opløsninger, der her er anvendt, var tale om en anionbytning, idet opløsningerne er så sure, at jordkolloiderne optræder som kationer. Imod denne antagelse taler den omstændighed, at jo svagere syre, der anvendes, jo større absorption finder man.

Ser man nu på resultaterne af de her refererede undersøgelser, synes det fastslået, at der findes en relativt veldefineret fosforfraktion i jorden, opløselig i svovlsyre. Fraktionen omfatter en række forskellige fosfater og det må antages, at — under danske jordbunds- og gødningsforhold — denne fraktion er den væsentligste fosforsyrekilde for afgrøderne.

Undersøgelserne har imidlertid også vist, at denne fraktions opløselighedsforhold kan variere stærkt fra jord til jord. Forskellighederne har vist sig, når der anvendtes forskellig syrestyrke ved konstant forhold mellem jord og vædske, og har vist sig, når der — ved konstant syrestyrke — anvendtes forskelligt forhold mellem jord og opløsningsmiddel.

Det er nærliggende at antage, at de forskelligheder, der er påvist, også spiller en rolle, når talen er om planternes udnyttelse af fosforsyren, og til karakterisering af en jords fosforsyretilstand er en række tal derfor nødvendige. Ved praktiske jordbundsundersøgelser vil man søge at nøjes med eet tal, der i sig inkluderer om ikke samtlige forhold, så dog de væsentligste.

Det vil ved rutineanalyser være ønskeligt, om man kan nøjes med een syrestyrke, og det vil være hensigtsmæssigt at vælge denne så stærk, at den fosforfraktion, der er tale om, kan gå i opløsning, uden at man risikerer nævneværdig destruktion af humusstofferne og uden at den »silikatbundne« fosforsyre går i opløsning. En 0.2 normal svovlsyre opfylder i alt fald for de allerfleste jorder denne fordring.

En behandling af jorden med 0.2 normal svovlsyre er et kraftigt indgreb i jordens naturlige tilstand. Men denne behandling adskiller sig næppe principielt fra andre behandlinger, hvorved man søger at bestemme jordens indhold af »tilgængelig« fosforsyre. Ved alle metoder underkastes jorden en behandling, der i høj grad ændrer de kemiske og fysiske forhold, og hvis man, gennem behandling med 0.2 normal svovlsyre, når det tilsigtede mål, at få et begreb om jordens indhold af tilgængelig fosforsyre, er spørgsmålet, om det da ikke er ligegyldigt, i hvilken grad jorden ændres.

Vælger man ved undersøgelsen forholdet jord:syre meget stort, f. eks. kun indvejer 1 g jord til 250 ml syre, får man praktisk taget jordens totale indhold af svovlsyreopløselig fosforsyre i opløsning. Ved så lille en jordmængde vil absorptionsprocessen ikke spille nogen rolle. Vælger man en større jordmængde, kommer også absorptionsprocessen med i spillet. Fosforsyremængden i filtratet er mindre end totalmængden. Hvor meget mindre, afhænger af absorptionens størrelse.

Stræber man efter et ettalsudtryk, vil det derfor være nærliggende at anvende en relativt stor jordmængde. Igen er det et spørgsmål, der må afgøres skønsmæssigt, hvilken jordmængde man skal vælge. Når man ved rutineanalysen er blevet stående ved 10 g, er denne mængde for så vidt vilkårligt valgt, bestemt dels af hensyn til, at denne jordmængde let kan afvejes med tilfredsstillende nøjagtighed, dels af hensyn til, at man med 10 g jord kan få en nogenlunde pålidelig gennemsnitsprøve og endelig med henblik på, at ved denne jordmængde vil absorptionsprocesserne, som man sikkert bør tage hensyn til, influere kendeligt på den fosforsyremængde, man finder i ekstrakten.

Man valgte altså den fosforsyremængde, der går i opløsning, når 10 g jord rystes 3 timer med 0.2 normal svovlsyre som ettals-

udtryk for jordens fosforsyretilstand. For imidlertid — i videst mulig udstrækning — at bevare forbindelsen med de »gamle« fosforsyretal, valgtes det at multiplicere denne fosforsyremængde udtrykt i mg PO_4/l, med 0.2336. Man fik derved tal af samme størrelsesorden som de gamle fosforsyretal.

Tilbage stod at undersøge, om disse nye fosforsyretal var i alt fald lige så gode, d. v. s. stemte lige så godt med markforsøgenes resultater. Den omstændighed, at de nye fosforsyretal var meget stærkt korrelerede med de gamle, var en indikation for de nye tals anvendelighed, men ikke noget egentligt bevis. Dette forhold er nærmere omtalt i en tidligere beretning (4).

En direkte sammenligning med resultater fra markforsøg er foretaget i den undersøgelse, som et udvalg nedsat af Nordiske Jordbrugsforskeres Forening har udført (5,6) og hvortil der her skal henvises. Det viste sig her, at de nye tal var fuldt så godt korreleret med markforsøgenes resultater som de gamle fosforsyretal og i betragtning af, at selve analysen vår lettere og sikrere end den hidtil brugte, har man da fra 1. juni 1948 anvendt de nye fosforsyretal ved de rutineanalyser, der udføres på Statens Planteavls-Laboratorium.

De nye fosforsyretal er — som de gamle — rent empiriske. Men dette gælder alle til dato foreslåede »fosforsyretal«. Det eneste kriterium, man kan opstille for de forskellige fosforsyretals anvendelighed, deres kvalitet, er deres overensstemmelse med markforsøget.

Som ovenfor omtalt, vil det ikke være muligt i et enkelt tal at give oplysning om alt, hvad man egentlig kan oplyse om jordens fosforsyretilstand. Men hensynet til, at rutineanalysen skal være hurtig og billig, og hensynet til, at praktikeren som regel vil være ude af stand til at vurdere og udnytte flere tal for den samme jordprøve, bevirker, at man søger at få et ettalsudtryk, selv om man erkender dets ufuldstændighed.

Om det ettalsudtryk, der her er valgt og som er valgt således, at — gennem faktoren 0.2336 — en enhed af fosforsyretallet svarer til 200 kg P_2O_5 pr. ha (2.5 mill. kg), om dette ettalsudtryk er det bedst mulige, vil kunne diskuteres. Der arbejdes stadig på Statens Planteavls-Laboratorium for at finde bedre tal, og den linie, man for tiden arbejder efter, skal kort omtales. Den er

fremgået af de ovenfor omtalte undersøgelser og er en direkte fortsættelse af disse.

Ved de fosforsyretal, der i øjeblikket findes, hvad enten det er Statens Planteavls-Laboratoriums fosforsyretal, Hedeselskabets fosfattal, Egners laktattal eller andre, angiver man et enkelt tal, der — med rette eller urette — formodes at være et udtryk for jordens indhold af tilgængelig fosforsyre. Og gennem markforsøg søger man så at »kalibrere« tallene. Denne kalibrering tager som regel sigte på at udfinde, hvilket merudbytte, en bestemt mængde fosforsyregødning, f. eks. 200 kg superfosfat, frembringer på jorder med forskellige fosforsyretal.

Imidlertid — hvis jordbundsanalysen angiver, at en jord har et lavt fosforsyretal — vil praktikeren nok være interesseret i at vide, hvilket merudbytte 200 kg superfosfat frembringer; men i endnu højere grad vil han være interesseret i at vide, hvor stor mængde superfosfat, han bør anvende. Og dette sidste spørgsmål kan intet af de eksisterende fosforsyretal besvare.

Det skulle ligge indenfor mulighedernes grænse, at man gennem en laboratorieundersøgelse, kalibreret ved sammenligning med resultater af markforsøg, kunne nå til at angive den mængde fosforsyregødning, der i det enkelte tilfælde bør anvendes. Der arbejdes i øjeblikket på Statens Planteavls-Laboratorium på denne opgave, hvis eventuelle løsning imidlertid først kan foreligge, når det for metodens anvendelighed nødvendige antal markforsøg foreligger. Det vil imidlertid være naturligt at give en redegørelse for disse undersøgelser, der er fremgået af de ovenfor refererede undersøgelser og er en videreførelse af disse.

Som det fremgår af ligning (14), beskrives jordens fosforsyretilstand ved 3 tal, k, d og e, der angiver henholdsvis jordens indhold af svovlsyreopløselig fosforsyre (k), dens absorptionskapacitet (d) og dens absorptionsintensitet ($1/e$). Der kræves derfor mindst 3 fosforsyrebestemmelser, enten med stigende jordmængder eller med konstant jordmængde og tilsætning af fosforsyre, for at kunne bestemme konstanterne.

Imidlertid kan man ved hjælp af 2 fosforsyrebestemmelser nå en — som det synes — god beskrivelse af fosforsyretilstanden, og en beskrivelse, som, selv om den er ufuldstændig, i flere henseender frembyder fordele for den fuldstændige.

Udfører man forsøg med konstant jordmængde, f. eks. 10 g, og tilsætter fosforsyre, kan resultaterne afbildes grafisk som vist i fig. 3.

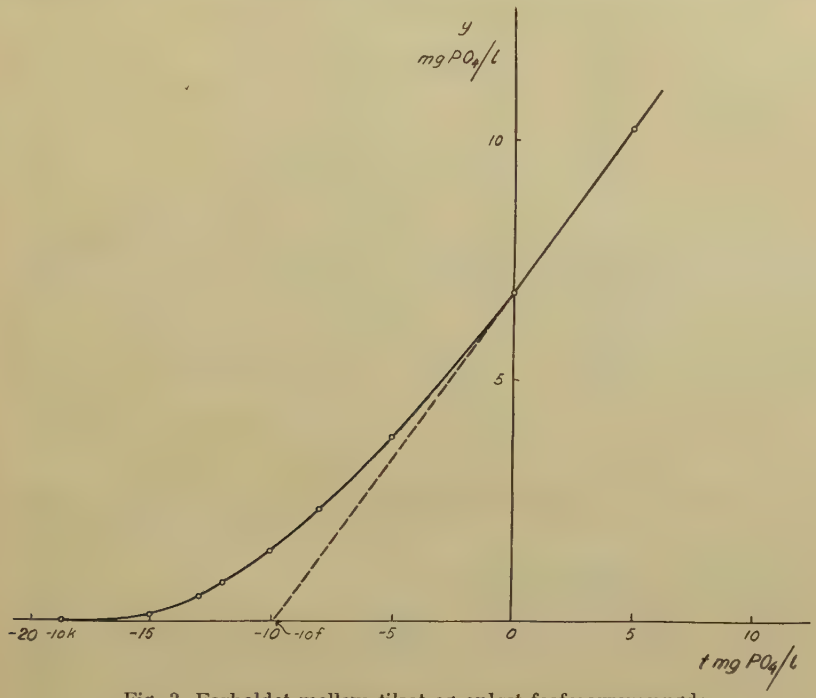


Fig. 3. Forholdet mellem tilsat og opløst fosforsyremængde.

Afbildes den opløste fosforsyremængde som funktion af den tilsatte fosforsyremængde, fås en krum kurve, der — med stigende tilsætning — asymptotisk vil nærme sig en ret linie med hældningskoefficienten 1. Ekstrapoleret bagud vil kurven skære abscisseaksen i punktet —10 k.

Trækker man en ret linie, f. eks. gennem punkterne y_0 og y_1 ($t=5$), og forlænger denne bagud, vil denne linie skære abscisseaksen i punktet —10 f, og f vil være en tilnærmet værdi for k, men altid være mindre end k.

Den rette linies hældningskoefficient, r, er bestemt ved

$$r = \frac{y_1 - y_0}{t} \qquad (20)$$

Indsættes her i stedet for y_0 og y_1 udtrykkene

$$y_0 = 10\,k - \frac{100\,dk}{e+10\,k} \qquad \text{og}$$

$$y_1 = 10\,k+t - \frac{10\,d(10\,k+t)}{e+10\,k+t} \qquad \text{fås}$$

$$r = 1 - \frac{10\,de}{(e+10\,k+t)(e+10\,k)} \qquad (21)$$

Det vil ses, at r bliver desto mindre, jo større d, absorptionskapaciteten er. En stor absorptionsintensitet, $1/e$, og en stor tilført fosforsyremængde, t, bevirker derimod — andre forhold lige — en stor r-værdi. Hældningskoefficienten indbefatter altså de 2 absorptionskonstanter. Jo mindre hældningskoefficient, jo mere absorberer jorden af tilført fosforsyre.

Størrelsen f er bestemt ved

$$f = \frac{y_0}{10 \cdot r} \qquad (22)$$

Indsættes udtrykket for y_0, fås

$$f = k/r - 1/r\,\frac{d}{e/10\,k+1} \qquad (23)$$

Dette udtryk viser, at f vil nærme sig k, når r nærmer sig 1, når d er lille og e stor, d. v. s. absorptionen er ringe.

Hvor god en approximation f er, vil fremgå af tabel 7, hvor der på grundlag af forsøg med tilsætning af fosforsyre, svarende til 4 mg PO_4/l, er anført de beregnede værdier for k og f.

Det vil ses, at f-værdierne i de fleste tilfælde er en ganske god tilnærmelse til k-værdierne, og en sammenligning med tabel 6 viser, at hældningskoefficienten r er et udtryk for absorptionsforholdene.

Ved rutineanalyser kan der derfor være al anledning til kun at udføre 2 fosforsyrebestemmelser og beregne f samt r.

En beregning af k kræver 50 pct. mere analysearbejde plus et omstændeligere beregningsarbejde. Konstanten r har desuden den letfattelige betydning, at $100(1 - r)$ er den mængde af tilført fosforsyre, som jorden absorberer så stærkt, at den ikke er op-

Tabel 7. Beregnede konstanter.

Jord nr.	k	f	r
1	1.46	1.31	0.92
6	1.86	1.01	0 68
7	5.56	2.95	0.74
8	3.08	3.03	0.87
9	2.72	2.68	0.95
10	0.40	0.22	0.98
11	3.62	3.28	0.83
12	1.64	1.50	0.94
13	3.43	3.26	0.81
14	2.10	1.94	0.91
15	2.10	1.79	0.93
16	1.76	1.71	0.92
17	2.99	2.92	0.99
18	9.50	7.84	0.82
19	2.48	2.29	0.90
20	3.58	3.32	0.92
21	5.19	3.44	0.72

løselig i fortyndet svovlsyre. Det vil af tabel 7 ses, at jorderne har absorberet fra 1 til 32 pct. af den tilførte fosforsyre.

Det vil nu være af interesse at undersøge, om der er nogen korrelation mellem k-, resp. f-værdierne og jordens produktivitet, resp. virkningen af superfosfat på den pågældende jord. Der skal her erindres om, at en k-værdi på 1 modsvarer 467 kg svovlsyreopløselig P_2O_5 pr. ha (= 2.5 mill. kg).

Imidlertid kan det formodes, at ikke blot k-værdien, men også jordens absorption vil spille ind og — som det ovenfor er omtalt — er der påvist en ganske god korrelation mellem den fosforsyremængde, der går i opløsning, når 10 g jord rystes med 250 ml 0.2 normal svovlsyre og afgrødens størrelse. Kaldes denne fosforsyremængde, udtrykt i mg PO_4/l, y_{10}, er de nye fosforsyretal $y_{10} \cdot 0{,}2336$.

Det synes, efter det hidtil foreliggende, men endnu ikke tilstrækkeligt store forsøgsmateriale, at en god kornafgrøde, der ikke reagerer overfor tilskud af superfosfat, kræver en y_{10}-værdi på mindst 15 (= Ft 3.5), medens en rodfrugtafgrøde kræver en y_{10}-værdi på c. 20 (= Ft 4.7).

Finder man altså ved analysen en lavere y_{10}-værdi, skulle jorden ikke indeholde tilstrækkelig fosforsyre til maksimal af-

grøde. Hvor store mængder superfosfat, der i så tilfælde bør tilføres, er bestemt af y_{10} samt r, idet man til korn skal tilføre en fosforsyremængde, svarende til $(15 - y_{10}) : r$ mg PO_4/l. Omregnet pr. 2.5 mill. kg jord og 18 pct. superfosfat betyder dette, at hver enhed, y_{10} findes for lavt, modsvarer $(260 : r)$ kg 18 pct. superfosfat pr. ha.

En sådan beregning vil, når y_{10} er meget forskellig fra optimumsværdien, give noget for høje superfosfatmængder, men forskellen vil ikke være stor. For jord nr. 6 finder man således 2900 kg superfosfat efter ligning (19), medens approximationen $(15 - y_{10})$ $(260 : r)$ giver 3100 kg.

Det kan synes meget store mængder, man i visse tilfælde kommer til. Men jorder, der fastlægger fosforsyre kraftigt, kræver sikkert en grundgødskning med fosforsyre for at kunne komme op på fuld ydeevne.

De løbende undersøgelser tager sigte på at undersøge, om denne vej til at angive størrelsen af den fosforsyremængde, man bør tilføre jorden, er farbar.

SUMMARY

Experiments on the solubility of soil phosphorus in diluted sulphuric acid indicate, that a definite fraction of the total soil phosphorus is soluble in sulphuric acid. This fraction, which is thought to be the inorganic soil phosphorus, amounts — in danish soils — very seldom to half the total phosphorus content, but it seems that this "acid-soluble" phosphorus determines the yields as well as the effect of a dressing with phosphatic fertilizers.

If increasing amounts of soil are treated with a constant volume of 0.2 normal sulphuric acid, the amounts of phosphoric acid going into solution are not proportionate to the amounts of soil. The results can be described by the equation,

$$y = kz - \frac{e + kz}{dkz} \cdot z \qquad (14)$$

y is the amount of phosphoric acid found in the solution, z the amount of soil, k, d and e are constants, k indicating the total amount of phosphoric acid per gram of soil, soluble in 0.2 normal sulphuric acid. The equation may be interpreted as follows.

The amount of phosphoric acid in the solution would be kz, i.e. would be proportionate to the amount of soil, if not an absorption of dissolved phosphoric acid took place. The absorption per gram of soil is given by

$$\frac{dkz}{e + kz}$$

where d may be called the "absorption capacity", e — or better $1/e$ — the "absorption intensity".

From a theoretical point of view one would expect, that equation (14) should be replaced by

$$y = kz - \frac{dy}{e + y} \cdot z \qquad (17)$$

y being the equilibrium concentration of phosphoric acid; but equation (17) does not fit the experimental results as well as equation (14).

The theory, expressed by equation (14), has been tried by adding dissolved phosphoric acid to the system. Keeping z a constant, say 10 grams, (14) gives

$$y = 10\,k + t - \frac{d(10\,k+t)}{e+10k+t} \cdot 10 \qquad (19)$$

t being the amount of dissolved phosphoric acid added to the the system. The experiments have shown, that (19) fits the results astonishingly well.

The investigations form the basis for the present danish method to determine the content of "available" phosphoric acid in soils. 10 grams of soil are shaken for 3 hours with 250 ml 0.2 normal sulphuric acid. In the filtrate, the content of phosphoric acid is determined by colorimetry, using ammonium-molybdate and metol as the reducing agent. The result is expressed as mg PO_4 per liter of the filtrate. Multiplying this figure by 0.2336 gives finally the "phosphorus value„ of the soil. The reason for multiplying with 0.2336 is, that the "phosphoric values„ then are of the same order of magnitude as the values obtained by the older danish method and further, that a unit of the phosphorus values corresponds to 200 kilos P_2O_5 pr. 2.5 million kilos of soil (= 1 hectare).

The attention is further drawn to the fact, that if *small* amounts of (dissolved) phosphoric acid are added to z grams of soil suspended in a constant volume of 0.2 normal sulphuric acid, the amounts of phosphoric acid found in the solution vary *nearly* rectilinear in relation to the amounts added (fig. 3).

Extrapolating the straight line to its intersection with the abscissæ axis gives the point $-z \cdot f$, f being an approximation to the constant k (table 7).

The slope r of the straight line is mainly determined by the constants d and e (see equation (21)) and is thus an expression of the absorption of phosphoric acid by the soil, $(1 - r) \cdot 100$ being the percentage of added phosphoric acid absorbed.

Finally it is pointed out, that the constant r seems to be of importance in determining the amount of superphosphate necessary to raise a low "phosphorus value„ of the soil to a value sufficiently high to garantee, that the yield will not be limited by lack of available phosphorus.

LITTERATUR

1. *J. Find Poulsen:* Studier over forskellige Fosfaters Gødningsværdi II. Om nogle Ferri- og Aluminiumfosfaters Gødningsværdi. Tidsskrift for Planteavl. 51. bd. s. 616—639. 1948.
2. *P. Damsgaard-Sørensen:* Studier over Jordens Fosforsyreindhold IV. Det organisk bundne Fosfor. Tidsskrift for Planteavl. 50. bd. s. 653—675. 1946.
3. *K. A. Bondorff & F. Steenbjerg:* Studier over Jordens Fosforsyreindhold I. Jordfosforsyrens Opløselighed. Tidsskrift for Planteavl. 38. bd. s. 273—308. 1932.
4. *K. A. Bondorff:* Studier over jordens fosforsyreindhold. V. En ny fremgangsmåde ved undersøgelsen af jordens fosforsyreindhold. Tidsskrift for Planteavl. 53. bd. s. 336—342. 1950.
5. *K. A. Bondorff:* Foreløbig beretning fra N. J. F.'s udvalg for jordanalyser og markforsøg. Beretning om Nordiske Jordbrugsforskeres Forening 7. kongres i Oslo 1947, s. 749—764.
6. *Karsten Iversen*: Om bestemmelse af jordens gødningstrang. Nordisk Jordbrugsforskning. 1949—50, s. 189—211. 1951.

Frugtopbevaring.

Sammenligning af koldärlager og almindelig ventileret lager.

Ved **N. Dullum** og **P. Molls Rasmussen.**

450. beretning fra Statens Forsøgsvirksomhed i Plantekultur.

Nærværende beretning redegør for en 2-årig sammenligning mellem det svenske *koldärlager* og det her i landet mest almindeligt brugte frugtlager — *almindelig ventileret frugtlager* — anvendt til æbleopbevaring. I mindre omfang er også kølelager medtaget til sammenligning. Forsøgene er udført ved statens forsøgsstation, Blangstedgaard. Forsøgsarbejdet er i det væsentligste varetaget af assistent, havebrugskandidat *P. Molls Rasmussen,* der også sammen med forstander *N. Dullum* har udarbejdet beretningen.

Forstanderne ved Statens Forsøgsvirksomhed i Plantekultur.

Indledning.

Det såkaldte koldärlager er i sin nuværende skikkelse udformet i Sverige, hvorfra forsøgsstationen i 1949 erhvervede et anlæg til forsøgsbrug. Lagerrum indrettet efter dette system har i de seneste år fundet en del udbredelse i Sverige, og den svenske forsøgsvirksomhed har opbevaringsforsøg igang efter koldärsystemet, dog væsentligst omfattende kartofler og grøntsager.

Ved udsendelsen af nærværende forsøgsberetning havde man helst undgået at bringe et nyt og for danske øren noget fremmedartet navn K o l d ä r på markedet. Helst havde man villet bruge udtrykket automatisk ventileret lager i modsætning til almindelig ventileret lager. Når dette alligevel ikke er blevet gjort, er det fordi udtrykket K o l d ä r i virkeligheden både dæk-

ker over brug af automatisk ventilation og en bestemt opstablingsmåde for varerne på lageret. Under disse forhold har man ment at måtte bibeholde den svenske lagerbetegnelse, som allerede er noget indarbejdet i Sverige.

Koldärsystemets princip.

Navnet Koldär — der formentlig er afledet af det engelske cold air hentyder til, at koldärsystemet har noget med udnyttelse af kold luft at gøre. Dette er også tilfældet. Koldärlageret er et automatisk ventileret lagerrum, hvor varernes nedkøling udelukkende sker ved hjælp af ventilation med naturligt forekommende kølig luft. Ved hjælp af en sindrig automatik søges døgnets temperaturminima udnyttet så effektivt som muligt. Endvidere benyttes i koldärsystemet en speciel opstabling af varerne, hvorved ventilationsluften tvinges i direkte kontakt med varerne.

Koldärsystemet arbejder således principielt efter de samme retningslinier som det almindeligt ventilerede lager, men medens man ved almindelig ventileret lager skønner sig til de bedste tidspunkter for ventilationen og starter og standser denne med hånd, så reguleres ventilationen i et koldäranlæg gennem termostater, d. v. s. apparater, ved hvis hjælp ventilationen automatisk startes og standses, når temperaturforholdene ude og inde gør det mest hensigtsmæssigt.

Der er i koldäranlæget fire termostater: 1) Differenstermostaten, der sætter ventilationen igang, når luften udenfor er koldere end lagerluften. 2) Rumtermostaten, der hindrer temperaturen på lageret i at gå under en bestemt grænse ved at standse ventilationen, når denne grænse er nået. 3) Minimumstermostaten, som lukker for adgang til lageret for luft, der er så kold, at den kan gøre skade på varerne, og endelig 4) Alarmtermostaten, der virker som en ekstra sikring og slår alarm, hvis det øvrige anlæg skulle svigte, og lagertemperaturen af den grund truer med at komme for langt ned.

Koldärlagerets øvrige teknik ses bedst af en senere beskrivelse af forsøgsstationens anlæg og den vedføjede skitse over

dette, der anskueliggør placeringen af anlæggets forskellige detaljer.

Koldärsystemet virker kun, som det skal, hvis varerne opstables rigtigt. Den normale praksis i såvel almindelig ventileret lager som kølelager er, at frugtkasserne stables med mellemrum mellem kassestablerne. I koldärlageret stables kasserne tæt sammen, så luften ikke kan slippe op mellem kassestablerne (eller kasserne og væggen), men tvinges op igennem kassen, så det virkelig er luften mellem de enkelte frugter, der cirkulerer, og ikke blot luften mellem kassestablerne. Tætstablingen kræver megen omhu, der må selvsagt anvendes kasser med tremmebund, og der må intet sted findes smutveje, ad hvilke luften kan søge uden om kasserne.

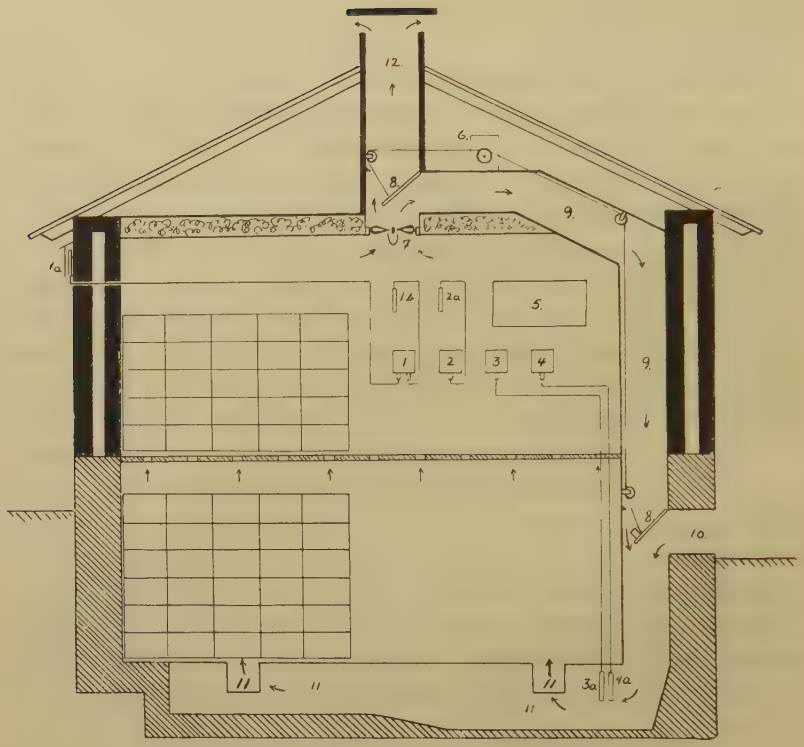
Kanalsystemet for ventilationen består i koldäranlægget af en friskluftkanal udefra ind til en forgrening af kanaler neden under kassestablerne, en aftrækskanal op gennem taget og en forbindelseskanal (returkanal) mellem frisklufts- og aftrækskanalen til brug for indre cirkulation. I frisklufts- og aftrækskanalen er spjæld, der reguleres af en automatisk styret spjældmotor. Selve ventilationen besørges af en automatisk styret ventilator anbragt i aftrækskanalen.

Kort beskrivelse af forsøgslokalerne.

1. Almindelig ventileret lagerrum.

I en af forsøgsstationens ældre lagerbygninger findes flere ens store og ens indrettede lagerrum, indrettet for ventilation efter det velkendte system med naturlig ventilation. Hvert rum har foroven i loftet en aftræksskorsten og i væggen lige over jordoverfladen to friskluftsventiler. Både aftræks- og tilgangskanaler er forsynede med isolerede lemme til at åbne og lukke. Ventilationen (og dermed afkølingen) af rummene foregår på den måde, at man om natten (eller andre tider af døgnet med passende lav udetemperatur) lader lemmene stå åbne, hvorved den varme lagerluft strømmer ud af aftræksskorstenen, og ny køligere luft følger efter fra tilgangsåbningerne forneden. Der er ingen teknisk ventilation i disse, kun »naturlig« ventilation.

Rummene er af den kendte to-etages type, bestående af kæl-



Tværsnit af forsøgsstationens koldäranlæg med en skematisk fremstilling af de tekniske installationer.

1. Differenstermostat med to følere (1a og 1b).
2. Rumtermostat.
3. Minimumstermostat.
4. Alarmtermostat.
5. Reguleringscentral.
6. Spjældmotor.
7. Ventilator.
8. Spjæld.
9. Returkanal.
10. Friskluftskanal.
11. Luftkanaler i gulvet.
12. Luftskorsten.

der- og stueetage adskilte ved et bræddegulv, hvor brædderne er lagt med ca. 3 cm mellemrum, for at luften kan passere fra kælder til stueetage og videre ud af aftræksskorstenen.

Rummenes størrelse er følgende: Gulvarealet i hver etage 30 m^2, loftshøjden i kælderetagen 2,0 m og stue 2,5 m. Aftræks-

skorstenens tværsnitareal er 0,6 m^2, og hver af tilgangsåbningernes lysning måler 0,6 m^2.

Det ene af disse rum har i nærværende forsøg tjent som repræsentant for almindelig ventileret lager. Naborummet indrettedes i 1949 til koldärlager.

2. Koldärlageret.

På side 214 er gengivet en tegning over forsøgsstationens koldäranlæg, således som det i 1949 indrettedes i ovennævnte to-etages lagerrum. Rummet var nok ikke helt ideelt til indretning af koldäranlæg, idet tremmegulvet, der adskiller kælder- og stueetage, fremkalder en betydelig modstand mod luftgennemstrømningen gennem kasserne og bevirker, at køleeffektiviteten bliver noget formindsket.

Ventilatoren (7), der har en diameter af 0,5 m, er anbragt i aftrækskanalen — rummets oprindelige aftræksskorsten. Frisk-luftkanalen (10) 0,6 × 0,6 m, der begynder med en åbning, 0,5 × 0,5 m, i kældermuren, løber ned langs kældermurens inderside ind under kældergulvet, hvor den ender i en forgrening (11) under kassestablerne.

Returkanalen (9) forbinder frisklufts- og aftrækskanal. De to spjæld (8), der åbnes og lukkes af spjældmotoren (6), er indbygget i returkanalen, således at de lukker enten for denne eller for indsugnings- og aftrækskanal. Spjældene arbejder sammen, således at de begge samtidig åbner eller lukker for ventilationen.

På tegningen er indføjet de fire termostater (1—4) og reguleringscentralen (5). På stationens koldäranlæg er disse anbragt uden for det egentlige lagerrum.

Anlæggets virkemåde kan lettest belyses gennem et eksempel: Man tænker sig lageret fyldt med frugt og en lagertemperatur på 4°C. Dagtemperaturen udenfor er måske 8°C. Om natten falder temperaturen udenfor, og i det øjeblik, den når ned under 4°C., påvirkes følerne 1a og 1b, som gennem differenstermostaten åbner spjældene (8) og sætter ventilationen igang. Luften suges nu ind gennem ventilen (10) ned til kanalsystemet i gulvet (11) op gennem frugtkasserne og ud gennem luftskorstenen (12). Gennemluftningen fortsætter sålænge, den udvendige

luft er koldere end lagerluften, indtil lagertemperaturen er bragt ned til den fastsatte grænse, hvilket kontrolleres af rumtermostaten (2). Hvis nu den udvendige temperatur falder til f. eks. ÷5°C., vil den kolde luft kunne beskadige de nederste frugtpartier, når den kommer ind på lageret. Dette hindres imidlertid af minimumstermostaten, idet dennes føler (3a) rammes af luftstrømmen, før denne når frugten, og gennem en impuls til spjældmotoren sørges der for, at spjældet indstilles på en sådan måde (f. eks. som vist på tegningen), at den kolde luft udefra opblandes med større eller mindre mængder tempereret returluft gennem returkanalen (9). Derved opnår man at kunne ventilere selv i perioder med ret streng frost.

Alm. oplysninger om forsøgsarbejdet.

Forsøgsarbejdet er gennemført med to sideløbende forsøgsrækker, I og II. I I er ret store frugtpartiers holdbarhed sammenlignet i almindelig ventileret lager og koldärlager. Hele partiet af hver sort er udtaget ad een gang, og sorteringsresultatet giver det endelige opbevaringsresultat.

I II er brugt mindre frugtpartier, hvis holdbarhed er prøvet i ovennævnte to lagertyper samt kølelager. Frugten er udtaget ad flere gange, således at man i nogen grad har kunnet følge frugtens modning og sygdomsangrebenes udvikling sæsonen igennem.

Temperaturmålinger er overalt gennemført to gange daglig (morgen og aften) forskellige steder i lokalerne. Temperaturaflæsningen er sket på vinkeltermometre med kviksølvbeholderen stukket 30—40 cm ind i frugtpartiet. På denne måde fås bedst udtryk for frugtens temperatur, og man undgår, at aflæseren ufrivillig påvirker termometerstanden i aflæsningsøjeblikket.

Såvel koldärlagerets indretning som forsøgsopstilling m. v. er sket i samråd med A/B Koldär, Stockholm, der har leveret koldäranlægget.

Forsøgsresultater.

1. Temperaturmålingerne.

Foruden oplysninger om frugtens kvalitet efter endt opbevaring er det af interesse at se i hvilken grad, det er lykkedes de to ikke-maskinkølede lagre at holde lagertemperaturen under kontrol sæsonen igennem. Vanskeligheden ligger som oftest

navnlig i at få nedkølingen af frugten i efteråret til at foregå hurtigt nok. Af afgørende betydning herfor er udetemperaturen, og navnlig om der kan blive nogle ret kolde nætter til hjælp.

Som nævnt er lagertemperaturen målt to gange daglig, ligesom også udetemperaturen er registreret. Resultaterne findes i tabel 1. For de første 10 dage — den egentlige nedkølingsperiode — er resultaterne angivet pr. dag. For den øvrige tid er det store talmateriale for oversigtens skyld samlet i ugegennemsnit.

For yderligere at lette oversigten over resultaterne er disse fremstillet grafisk i fig. 1 og 2 for henholdsvis 1949—50 og

Fig. 1. Ugentlige gennemsnitstemperaturer 1949-50.

1950—51. Hvert punkt på kurven angiver gennemsnitstemperaturen for en uge. Da man navnlig har ønsket at sammenligne de to lagertyper, er resultaterne for almindelig ventileret lager og koldärlager holdt side om side.

Kurverne viser, at i sæsonen 1949—50 lå temperaturen i koldärlageret som regel under temperaturen i det almindelige

Fig. 2. Ugentlige gennemsnitstemperaturer 1950-51.

lager. Forskellen er ikke lige udpræget gennem hele opbevaringstiden, men stort set er det sådan, at de største forskelle forekommer ved de højeste udetemperaturer. Under nedkølingen af frugten den første uges tid efter indsætningen har koldärlagerets temperatur således ligget omkring 2° C. lavere end almindelig ventileret lagers. Det må tilføjes, at sæsonen 1949—50 var meget vanskelig for ikke-maskinkølede lagre som følge af det varme efterår. Se udetemperaturen, tabel 1.

Også i 1950—51 lå koldärlageret lavest. Den første uges tid har ingen af lagrene formået at sænke temperaturen, dertil har den udvendige temperatur konstant været for høj. Derefter er indtrådt et betydeligt fald i den udvendige temperatur, hvorved begge lagre er blevet i stand til ret hurtigt at nedbringe temperaturen til de ønskede 2—3°C. Bedst er det dog gået for koldär, men forskellen imellem dettes og almindelig ventileret lagers temperatur er ikke så stor som året i forvejen.

2. Frugtens kvalitet efter endt opbevaring.

Som foran nævnt er frugten ved udtagning af lageret sorteret for angreb af de forskellige lagringssygdomme og rynkning, ligesom vægtsvindet er konstateret.

Forsøg I: I sæsonen 1949—50 indgik i dette forsøg kun sorten Bramley's Seedling. I 1950—51 indgik foruden Bramley også sorterne Husmoder, Blenheim og Springrove Codlin.

I tabel 2 er angivet med hvilke frugtmængder, forsøget er gennemført. Endvidere meddeler tabellen sorteringsresultatet efter endt opbevaring for de fysiogene sygdomme jonathanplet og skold samt svampeangreb (plettede og rådne frugter). Svampeangrebene er navnlig (ca. 90 pct.) forårsaget af Gloeosporium album. Næstsidste kolonne i tabellen angiver pct. rynkede frugter og til allersidst hvor stor part fejlfri frugt, der fandtes ved forsøgets afslutning.

Det fremgår af tabellen, at alle tre kategorier af lagersygdomme har optrådt i såvel koldärlager som i almindelig ventileret lager, men der er en betydelig forskel i angrebets styrke. Gennemgående for begge år og alle sorter er der et betydeligt svagere angreb i koldärlageret end i det almindelig ventilerede lager.

Gennemsnitsprocenten for sygdomsangrebne frugter for alle sorter i begge år giver følgende tal:

	Koldär	Alm. vent. lager
Jonathanplet	1,7	3,7
Skold	3,3	8,1
Svampeangreb, plettede	5,7	8,2
Svampeangreb, rådne	0,9	1,1

Rynkning har kun optrådt i et enkelt tilfælde — hos sorten Blenheim, og her har den samme tendens gjort sig gældende, frugten i almindelig ventileret lager var betydelig mere rynket end frugten i koldärlageret. Ved vurdering af sidstnævnte forhold bør det huskes, at udtagningen skete allerede 10. januar. Rynkningen betyder sædvanligvis mest senere hen.

Forsøg II: Sideløbende med forsøgsrække I er udført forsøg med mindre frugtmængder af sorterne Boiken, Cox's Pomona, Graasten (kun 1949—50), Ingrid Marie og Laxtons superb. Forsøgpartierne er sammenlignet i Koldär, almindelig ventileret lager og kølerum 3°C. (i et enkelt tilfælde også ved 1°C.).

Hvert forsøgsled har her bestået af 6 kasser eller ca. 120 kg frugt. Udtagningen fra lager er sket på tre tidspunkter, hver gang med to kasser eller ca. 40 kg pr. forsøgsled.

Ved hver udtagning er frugten sorteret efter modenhedsgrad samt for svampeangreb, fysiogene lagersygdomme (skold, jonathanplet og centerråd) og rynkning. Ligeledes er vægstsvindet konstateret.

Detailresultaterne fra disse forsøgssorteringer er gengivet i tabellerne 3—7, indsat bagest i beretningen. Materialet er omfattende og i tabelform lidet overskueligt. For at bedre herpå er der i det følgende givet en grafisk fremstilling af såvel svampeangrebenes som de fysiogene sygdommes udvikling i de forskellige lagre. Ligeledes er også rynkning og vægtsvind søgt gengivet ved kurver. Den grafiske fremstilling bygger på gennemsnitsresultater for de to år.

Gennemgang af resultaterne.

For at kunne drage en nogenlunde rigtig slutkonklusion er det nødvendigt at gennemgå de enkelte ting, sorteringerne har taget hensyn til.

Modningsgraden. Da det er vanskeligt at finde eksakte udtryk for frugtens modningsgrad, har det ikke været muligt at fremstille en kurve, der belyser dette forhold tilstrækkelig sikkert. Som det vil fremgå af tabellerne bag i beretningen, har der været ingen eller ubetydelig forskel på modningens forløb i Koldär og almindelig ventileret lager, medens kølerumsopbevaring har hæmmet frugtens modning betydeligt.

Skold (fig. 3a og 3b). To af de i forsøget deltagende sorter, Graasten og Boiken, har været udsat for skoldangreb. Fig. 3a og 3b viser angrebets udvikling og omfang angivet i pct. angrebne frugter. For Graastens vedkommende er skoldangrebet begyndt betydelig tidligere i almindelig ventileret lager end i Koldär. Omkring 1. januar lå skoldangrebet i ventileret lager på ca. 40 pct. mod 25 pct. i Koldär. Senere aftager forskellen for at udlignes

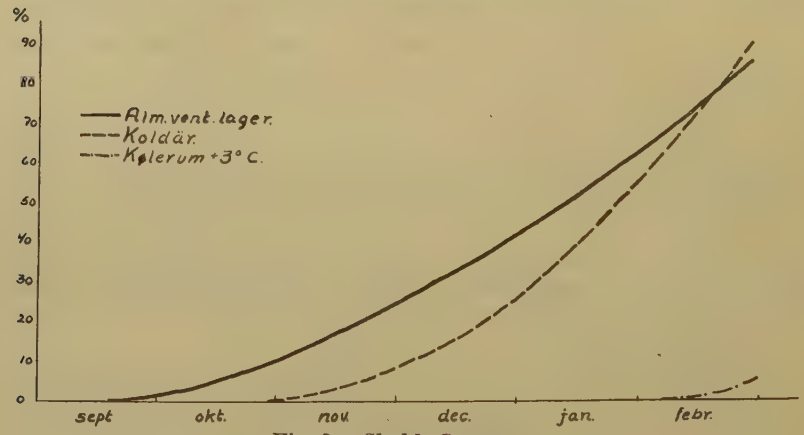


Fig. 3a. Skold. Graasten.

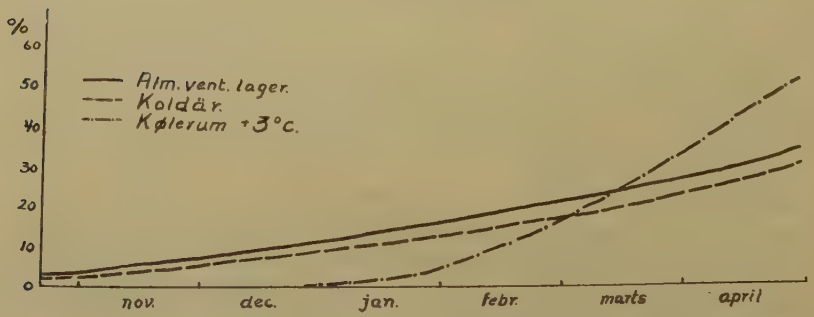


Fig. 3b. Skold. Boiken.

hen i slutningen af februar, da skoldangrebet i begge lagre er oppe på ca. 75 pct. I kølerum er skoldangrebet kommet sent og har kun nået et ubetydeligt omfang.

Skoldangrebet på Boiken har været af mindre omfang, og Koldär ligger her kun ubetydeligt bedre end almindeligt ventileret lager. I kølerum ved 3°C. begynder angrebet noget senere (omkring 1. januar). Omkring 1. marts er angrebet i alle 3 lagertyper nogenlunde ensartet, 15—20 pct., senere betydelig stærkere angreb ved 3°C. Ved 1°C. kun ubetydelig angreb begyndende hen i maj.

Centerråd (brunfarvning af frugtkødet ved kærnehuset) har optrådt en del i Boiken, Cox's Pomona og Ingrid Marie. Sorteringsresultaterne, der ses af tabellerne 3, 4 og 6, er ikke så stabile, at man har ment at kunne bygge kurver derpå. For Cox's Pomona har angrebet begge år været større i koldärlager end i almindelig ventileret lager. For Boiken gælder dette kun i 1949—50, medens det følgende år både for Boiken og Ingrid Marie har vist modsat tendens. Centerråd er nærmest en kølerumssygdom, hvorfor man også ser, at udbredelsen navnlig følger kølelageret.

For *priksyge* gælder som for centerråd, at man ikke har villet opsætte resultaterne i kurveform. Et angreb på Ingrid Marie (tabel 6) viser tendens til, at koldärlageret er mindre udsat for denne skavank end almindelig ventileret lager.

Svampeangreb (væsenligst Gloeosporium album) (fig. 4). Samtlige foran nævnte sorter har været mere eller mindre udsat for svampeangreb.

Forholdet mellem svampeangrebenes styrke i de forskellige lagertyper er nogenlunde ensartet, således at de tidligste og stærkeste angreb er fundet i almindelig ventileret lager, de svageste i kølerum ved 3°C. Midt imellem disse to yderpunkter ligger Koldär. En undtagelse danner sorten Ingrid Marie, der har været omtrent lige meget angrebet i alle tre lagertyper.

På fig. 4 er opgjort det gennemsnitlige svampeangreb for alle fem sorter. Det fremgår, at pct. angrebne frugter i ventileret lager ligger omkring 5, 10 og 18 pct., henholdsvis 1. december, 1. januar og 1. februar, medens angrebet i Koldär på de samme tidspunkter ligger på 2, 5 og 11 pct. De tilsvarende tal for kølerum er 0,5, 3 og 6 pct.

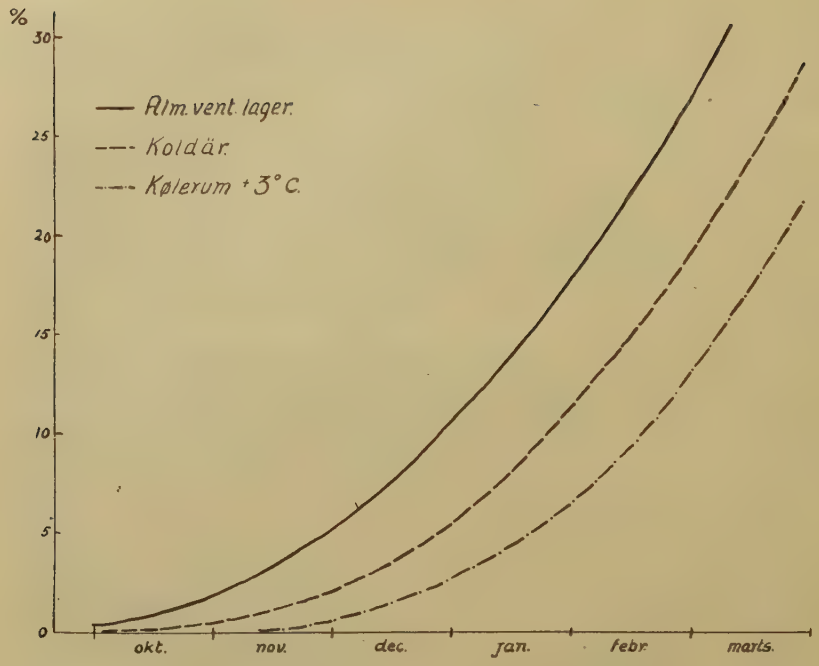


Fig. 4. Svampeangreb. Gennemsnit af 5 sorter.

Rynkning (fig. 5). Tre af sorterne (Boiken, Ingrid Marie og Laxton) har udvist større eller mindre tilbøjeligheder til rynkning. For Boikens vedkommende er de første rynkede frugter set i almindelig ventileret lager omkring 1. januar og i Koldär

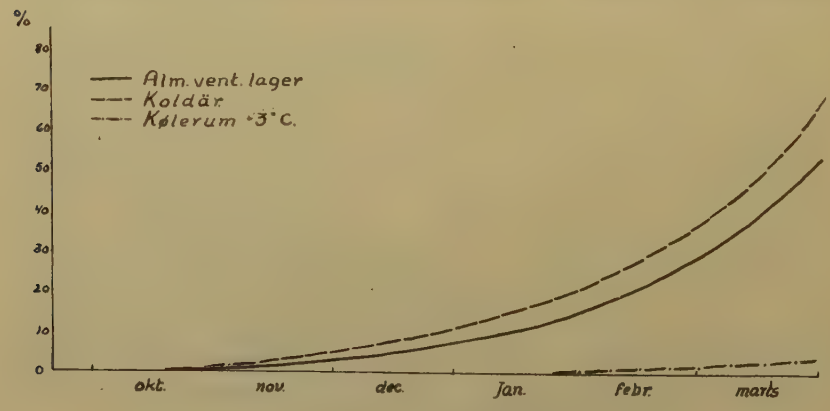


Fig. 5. Rynkede frugter. Gennemsnit af 3 sorter.

lidt senere i måneden. Iøvrigt er tilbøjeligheden til rynkning nogenlunde lige stor i almindelig ventileret lager og Koldär dog således, at indtil 1. marts var rynkningen værst i almindelig ventileret lager, efter denne tid har det været værst i Koldär. I kølerum har rynkningen været ubetydelig. For Laxton gælder det, at frugten i Koldär hele tiden har rynket lidt mere end i almindelig ventileret lager, procenttallet ligger gennemgående 5—10 højere. I kølerum ved 3°C. er rynkningen af ringe omfang. For Ingrid Marie følges kurverne ad fra 0—10 pct. rynkning omkring 1. januar. Derefter tiltager rynkningen betydeligt stærkere i Koldär end i almindelig ventileret lager, således at rynkningsprocenterne omkring 20. marts er ca. 30 og 50 henholdsvis for almindelig ventileret lager og koldärlager. I kølerum ved 3°C ingen rynkning. Det gennemsnitlige resultat for disse tre sorter viser (fig. 5) en noget kraftigere rynkning i Koldär end i almindelig ventileret lager. Forskellen er tiltagende sæsonen igennem i koldärlagerets disfavør.

Vægtsvind, fig. 6. Hos Boiken og Laxton er vægtsvindet ved alle udtagninger en ubetydelighed højere i Koldär end i almindelig ventileret lager. Det omvendte er tilfældet hos Graasten og Ingrid Marie, hvor ventileret lager ligger en smule højere end Koldär. For Cox's Pomona skærer kurverne hinanden, således at Koldär ligger højest den første halvdel af opbevaringssæsonen, medens ventileret lager ligger højest fra midten af januar. Resultatet af

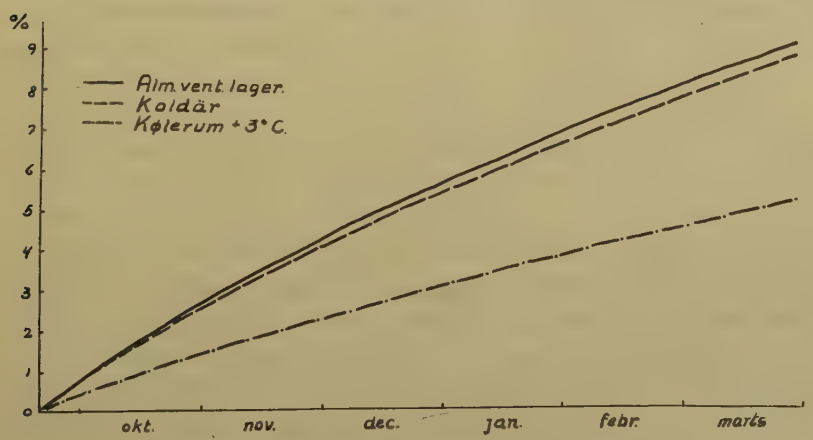


Fig. 6. Vægtsvind. Gennemsnit af 5 sorter.

en gennemsnitsberegning for alle fem sorter viser en nogenlunde ensartet svindprocent i almindelig ventileret lager og Koldär, idet den største forskel på kurverne kun andrager 0,4 af svindprocenter fra 7—8. I kølerum ved 3°C ligger svindprocenten gennemgående på det halve, 4—5 pct. ved opbevaring af frugten til omkring 1. marts.

»*Fejlfri frugt*« (frugt fri for svampeangreb og fysiogene sygdomme). I det foregående er omtalt hvor stor part af frugten, der har taget skade under opbevaringen. Denne part er stykket op i forskellige kategorier efter skadens art og omfang. Den samlede oversigt over opbevaringens resultat er dermed vanskelig at få. Man har gjort forsøg på at finde en sortering, som i sig selv kunne give et overblik, men dette er uhyre vanskelig. Det bedste bliver den part, som bliver tilbage, når frugter med svampeangreb og fysiogene sygdomme er fjernet. Helt godt er det dog ikke, da også de sidste oftest repræsenterer en salgsværdi, større eller mindre efter angrebsgraden. Endvidere volder de rynkede frugter besvær, navnlig fordi også rynkningsgraden varierer fra praktisk taget rynkefri (fejlfri) til helt rynket.

I fig. 7 er et gennemsnitsresultat af en sådan sortering, omfattende alle fem sorter og begge forsøgsår, angivet. Kurverne viser, at pct. fejlfri frugt først begynder at aftage i almindelig ventileret lager, derefter i Koldär og sidst i kølerummet. Omkring 1. december ligger procenttallet for fejlfri frugt i henholdsvis almindelig ventileret lager, Koldär og kølelager (3° C.) på 88, 95 og 100. 1. januar på 78, 86 og 96. 1. februar 65, 75 og 85.

Nedgangen i frugtkvaliteten fortsætter videre, men man vil se, at omkring 1. marts er forholdet mellem ventileret lager og Koldär stadig det samme, procenttallet afviger med 7—8, men kølehusfrugtens kvalitet aftager nu endnu stærkere, d. v. s. der har optrådt en eller anden kølehussygdom (kuldeskade, centerråd eller skold). Hen i marts giver dette sig så store udslag, at kølehuskurven skærer de andre, således at kølehusfrugten ved opbevaring kan komme til at opvise det dårligste resultat. (Se nærmere herom i tidligere udsendte beretninger, navnlig beretning nr. 438 fra Statens Forsøgsvirksomhed i Plantekultur).

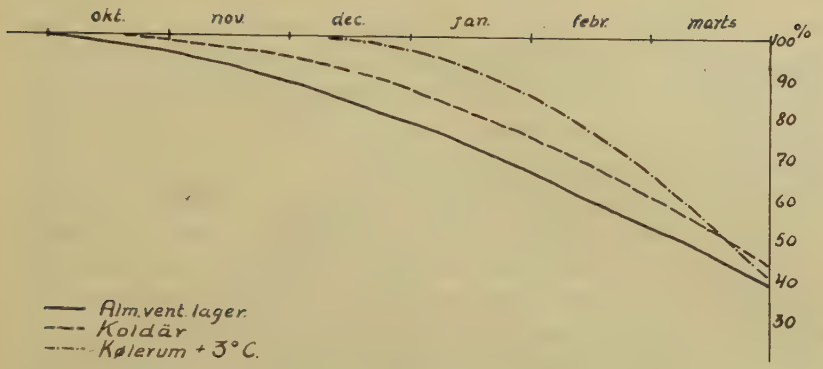


Fig. 7. Fejlfri frugt. Gennemsnit af 5 sorter.

Resumé.

Forsøgene er udført ved statens forsøgsstation, Blangstedgaard. Hovedformålet med forsøgene var at sammenligne koldärlager med almindeligt ventileret lager. I en del af forsøgene er sammenligning tillige sket med kølelager.

Forsøgene, der er gennemført i to sæsoner, 1949—50 og 1950—51, er udført i to afdelinger. I. Med frugtpartier, der har henstået urørt sæsonen igennem, og II. Med partier, hvis udtagning er sket ad flere gange. Ved sidstnævnte metode har man fået indblik i modningens forløb og sygdommenes udvikling sæsonen igennem.

Temperaturmålinger er overalt gennemført to gange daglig forskellige steder i lagerrummene. Også den udvendige lufts temperatur er registreret.

Efter endt opbevaring er frugten sorteret efter modningsgrad, svampeangreb og fysiogene lagersygdomme. Endvidere er rynkning og vægtsvind konstateret.

Resultaterne er angivet dels i tabelform og dels ved grafiske figurer.

Koldärlageret har på visse afgørende områder været almindelig ventileret lager overlegent. Nedkølingen af frugten om efteråret har været mere effektiv, navnlig i efterår med mildt vejrlig (se tabel 1). Også vinteren og foråret igennem har lagertemperaturen været bedre under kontrol i Koldär end i almindelig ventileret lager. Endvidere har såvel svampeangreb som de fleste fysiogene sygdomme gjort sig mindre gældende i Koldär

end i almindelig ventileret lager. Derimod har frugtens rynkning og vægtsvind under opbevaringen som oftest været større i koldärlageret end i almindelig ventileret lager. Det synes som om koldärlagerets kraftigere ventilation navnlig henad forårstiden forøger frugtens rynkning og vægtsvind.

Alt i alt har mængde salgbar frugt efter opbevaring ligget ca. 10 pct. højere fra Koldär end fra almindelig ventileret lager.

Et gunstigt resultat af koldärlager er betinget af en omhyggelig og korrekt stabling af frugten og et helt tæt rum. Tilstødende døre må tætnes omhyggeligt, og frie kassesider må tildækkes med papir eller lignende. Kort sagt, der må ingen smuthuller være, ad hvilke ventilationsluften lettere kan passere end g e n n e m kassen, m e l l e m frugterne.

I sammenligning med kølelager har Koldär som regel ikke kunnet klare sig. Både midvinters og navnlig efter langtidslagring har kølelageret vist betydelig bedre resultat. Dette er reglen, afvigelser forekommer, navnlig for sorter med tilbøjelighed for køleskade.

Summary.

Comparison between a common ventilated fruitstore and Koldär[1]).

The experiments dealt with in this paper were carried out at the Danish State Experimental Station Blangstedgaard during the seasons 1949—50 and 1950—51.

The main purpose of these experiments has been a comparison —regarding temperatures and other storage conditions— between the common ventilated store and the Koldär store.

Experimental Equipment.

The principle of the common ventilated store is as follows: An insulated building is cooled by introducing relatively cold air through openings in the lower part of the outer walls, letting the warmer air in the store escape through openings in the roof. In the autumn when the fruit is brought into the store it is mainly during the nights that cooling by air from the outside can be carried out. The store is operated manually and the air is circulated only by gravity.

The Koldär store also is cooled by air taken into the store from the outside. In this case, however, the inlet and outlet of air is regulated by thermostates. Four of these are operating together, in such a way, that ventilation will only take place, when the outside temperature is lower than the temperature inside the store, and when also this last temperature is higher than a fixed minimum. The

[1]) Koldär is the trade name of a Swedish type of automatic ventilated store.

Koldär store is equipped with a fan for increased ventilation. In the Koldär store the boxes are stacked tightly together, in such a way that the air is forced through the boxes, and a better contact can be obtained between air and fruit.

Experimental Methods.

Temperature measurements have been carried out twice a day as well in the store as outside (table 1). Figures 1 and 2 show the weekly temperature averages.

Two different plans have been maintained.

I. Rather big quantities of the varieties Bramley's Seedling, Husmoder (Bellefleur de France), Blenheim and Codlin Springrove (Beauty of Kent) were stored in common ventilated store and in Koldär store. At the end of the season the whole lot was examined and the amount of moulds and physiological disorders were recorded (table 2).

II. Smaller quantities of the varieties Boiken, Cox's Pomona, Graasten (Gravenstein), Ingrid Marie and Laxtons superb were stored in common ventilated store, Koldär store and refrigerated store at + 3° C.

Each lot weighing 120 kg was divided into three parts, removed from store and examined at three different dates during the storage season. This method made it possible to follow the advancing maturity and the development of moulds and physiological disorders in the fruit.

The results are presented as well graphically (fig. 3—7) as in tabular form (tables 3—7).

The following conclusion can be drawn from these experiments:

The Koldär store has in certain vital particulars proved its superiority to the common ventilated store. Especially when the outdoor temperature is rather high the optimum temperature can be reached in a shorter time by the Koldär-system. Also during winther and spring a more accurate control of the temperature can be obtained. Finally the development of moulds and physiological disorders have been less serious with this system.

On the other hand the shrivelling and the loss in weight due to evaporation from the fruit has increased in the Koldär store. The more effective and vigorous ventilation seems to have an increasing effect on these storage troubles.

Alltogether the experiments have showed that the automatic ventilation when compared with the common method of ventilation has lengthened the storage period of the fruit.

Comparing with the refrigerated store, it is evident, that in either type of the ventilated stores mentioned, the fruit will keep as long as in the refrigerated store with a constant temperature of + 3° C.

Tabel 1. Temperaturmålinger ved opbevaringsforsøg med æbler.

1949—50	Temperatur °C på lager		Temperatur °C ude		1950—51	Temperatur °C på lager		Temperatur °C ude	
	Koldlager	alm. ventilager	minimum	maximum		Koldlager	alm. ventilager	minimum	maximum
25. okt.	9.3	11.0	3.4	11.5	13. okt.	8.9	8.8	7.4	12.7
26. —	9.4	11.5	6.4	15.6	14. —	9.6	9.5	9.0	15.5
27. —	10.0	11.3	6.5	16.3	15. —	10.0	10.1	7.2	12.9
28. —	7.0	9.0	÷0.8	9.7	16. —	10.3	10.1	6.6	12.5
29. —	5.0	6.9	÷1.8	9.4	17. —	10.4	10.1	7.9	12.5
30. —	4.7	6.5	÷2.0	8.7	18. —	9.7	9.8	6.3	13.6
31. —	4.4	6.3	÷1.2	9.4	19. —	9.0	9.2	7.0	13.3
1. nov.	4.9	6.7	4.7	7.1	20. —	9.6	11.3	9.7	14.5
2. —	5.6	7.2	4.2	8.8	21. —	8.2	8.9	4.9	12.0
3. —	6.0	7.8	4.2	11.5	22. —	5.0	7.0	÷1.0	11.5
4. —	6.6	7.0	3.0	9.7	23. —	3.8	5.6	÷1.5	10.0
6/11—12/11	5.3	5.6	2.1	7.4	23/10—29/10	3.9	4.9	1.1	7.3
13/11—19/11	6.2	6.7	3.3	7.1	30/10— 5/11	3.3	3.5	1.4	6.1
20/11—26/11	7.8	7.4	5.3	8.1	6/11—12/11	3.5	4.3	1.5	7.9
27/11— 3/12	4.3	5.4	2.1	7.1	13/11—19/11	3.4	4.4	0.3	6.6
4/12—10/12	4.2	4.7	1.8	6.9	20/11—26/11	3.7	3.8	2.4	5.7
11/12—17/12	3.2	3.3	0.9	4.3	27/11— 3/12	3.5	5.0	1.0	7.7
18/12—24/12	3.5	4.3	1.1	5.5	4/12—10/12	2.2	1.8	÷2.7	1.8
25/12—31/12	3.6	4.9	2.1	6.8	11/12—17/12	2.5	1.7	÷0.4	1.9
1/1 — 7/1	2.3	2.8	÷2.8	2.1	18/12—23/12	2.2	2.5	÷2.3	1.3
8/1 —14/1	1.9	2.9	÷0.1	3.9	24/12—31/12	2.4	2.5	÷3.8	0.7
15/1 —21/1	2.1	3.1	÷2.4	2.9	3/1 — 7/1	2.4	2.6	÷0.4	2.2
22/1 —28/1	2.0	2.6	÷4.0	÷0.4	8/1 —14/1	2.3	2.2	0.0	3.9
29/1 — 4/2	2.1	2.5	÷3.8	÷0.7	15/1 —21/1	2.6	2.4	0.5	4.2
5/2 —11/2	2.8	3.1	0.5	4.7	22/1 —28/1	1.9	1.7	÷2.8	0.7
12/2 —18/2	2.8	4.5	1.7	6.9	29/1 — 4/2	1.9	1.9	÷3.4	÷0.3
19/2 —25/2	2.2	3.9	0.4	6.0	5/2 —11/2	2.3	2.2	÷1.4	3.6
26/2 — 4/3	2.3	2.2	÷8.1	0.9	12/2 —18/2	1.7	2.4	÷1.1	1.4
5/3 —11/3	2.9	4.1	1.4	9.5	19/2 —25/2	2.3	2.4	0.5	4.8
12/3 —18/3	2.3	2.8	÷0.4	6.8	26/2 — 4/3	1.8	1.5	÷1.2	2.4
19/3 —25/3	5.5	6.5	5.6	10.7	5/3 —11/3	1.4	1.2	÷2.4	0.9
26/3 — 1/4	4.4	5.8	2.4	10.1	12/3 —18/3	1.8	1.4	0.1	4.5
2/4 — 8/4	4.6	6.3	2.7	10.7	19/3 —25/3	3.3	2.4	÷0.9	4.7
9/4 —15/4	4.3	6.3	1.8	10.6	26/3 — 1/4	2.9	2.4	÷2.1	3.3
16/4 —22/4	4.8	6.7	1.4	11.2	2/4 — 7/4	3.8	3.5	2.4	8.2
23/4 —27/4	4.6	7.4	1.1	10.6					

Tabel 2. Sorteringsresultater fra forsøg med sammenligning af Koldär og almindelig ventileret lager.

	Indsætningsdato	Udtagnings- og sorteringsdato	Forsøgspartiets størrelse		pct. af hele partiet ved udtagning									
					jonathanplet		skold		svampeangr. (Gloeosporium)		rynkede frugter		fejlfri frugt	
			i Koldär kg	i alm. vent. lager kg	Koldär	alm. vent. lager	Koldär	alm. vent. lager	Koldär	alm. vent. lager	Koldär	alm. vent. lager	Koldär	alm. vent. lager
1949—50														
Bramley's Seedling	25/10	15/2	2306	2261	1.8	3.7	0.9	3.2	14.0	13.6	0	0	75.3	58.6
1950—51.														
Bramley's Seedling	13/10	1/2	411	416	3.6	9.1	0.1	2.6	4.4	8.1	0	0	82.1	70.0
Husmoder	14/10	10/1	719	684	0.5	0.4	7.4	14.8	4.7	7.0	0	0	80.0	68.6
Blenheim	14/10	10/1	369	327	1.6	2.9	0	0	2.2	2.1	48.8	74.9	96.0[1])	94.0[1])
Codlin Springrove (Beauty of Kent)	12/10	4/4	535	529	0.9	2.3	8.0	20.0	7.8	15.7	0	0	83.2	66.2

[1]) Inclusive rynkede frugter.

Tabel 3. Sorteringsresultater fra forsøg med Koldär.

Boiken	1949—50				1950—51			
	Indsat på lager 28/9				Indsat på lager 6/10			
	dato for udtagn. og sortering	pct. af indsat frugtmængde			dato for udtagn. og sortering	pct. af indsat frugtmængde		
		Kold-är	vent. lager	kølerum −3°C		Kold-är	vent. lager	kølerum +3°C
Stærkt moden frugt	22/2	0	0	0	22/2	0	0	0
	23/3	0	0	–	16/3	0	0	0
	14/4	–	–	0	26/4	0	0	0
	1/5	44.8	60.8	0	–	–	–	–
Middel-moden frugt	22/2	100.0	100.0	73.2	22/2	100.0	100.0	100.0
	23/3	100.0	100.0	–	16/3	100.0	100.0	100.0
	14/4	–	–	89.6	26/4	100.0	100.0	100.0
	1/5	55.2	39.2	100.0				
Umoden frugt	22/2	0	0	26.8	22/2	0	0	0
	23/3	0	0	–	16/3	0	0	0
	14/4	–	–	10.5	26/4	0	0	0
	1/5	0	0	0				
Skold ubet.	22/2	5.9	10.8	0	22/2	19.8	30.3	10.5
	23/3	12.6	9.1	–	16/3	24.2	29.2	30.9
	14/4	–	–	7.2	26/4	18.1	18.1	20.4
	1/5	11.8	9.3	8.7				
Skold lidt	22/2	0	2.3	0	22/2	2.8	7.0	0
	23/3	2.9	1.8	–	16/3	8.8	11.4	12.3
	14/4	–	–	7.5	26/4	13.8	12.2	30.2
	1/5	1.5	1.8	5.5				
Skold meget	22/2	0	0	0	22/2	0	0.7	0
	23/3	0.6	0	–	16/3	2.6	3.3	1.2
	14/4	–	–	5.5	26/4	12.9	12.2	26.4
	1/5	0.3	0.3	7.6				
Skold ialt	22/2	5.9	13.0	0	22/2	22.5	37.8	10.5
	23/3	16.1	10.9	–	16/3	35.6	43.9	44.8
	14/4	–	–	20.3	26/4	44.7	42.5	77.1
	1/5	13.7	11.5	21.8				
Centerråd	22/2	0	0	0	22/2	0	0	0
	23/3	0	0	–	16/3	2.5	2.5	0
	14/4	–	–	22.5	26/4	20.0	37.5	60.0
	1/5	10.0	5.0	40.0				
Svampeangreb (væsentlig Gloeosporium)	22/2	1.2	4.7	1.8	22/2	2.4	0.7	1.5
	23/3	6.9	4.5	–	16/3	2.0	3.0	0.9
	14/4	–	–	2.1	26/4	7.1	6.8	5.0
	1/5	8.8	12.1	5.0				

Tabel 3 (fortsat).

Boiken	1949—50				1950—51			
	Indsat på lager $^{28}/_{9}$				Indsat på lager $^{6}/_{10}$			
	dato for udtagn. og sortering	pct. af indsat frugtmængde			dato for udtagn. og sortering	pct. af indsat frugtmængde		
		Kold-ær	vent. lager	køle-rum +3° C		Kold-ær	vent. lager	køle-rum +3°C
Rynkede frugter	$^{22}/_{2}$	30.3	37.4	0	$^{22}/_{2}$	14.7	12.1	0
	$^{23}/_{3}$	62.9	70.4	–	$^{16}/_{3}$	36.6	19.8	0
	$^{14}/_{4}$	–	–	1.5	$^{26}/_{4}$	49.9	28.6	0
	$^{1}/_{5}$	83.6	90.6	13.6				
Vægtsvind	$^{22}/_{2}$	8.2	8.1	5.4	$^{22}/_{2}$	6.3	5.6	3.6
	$^{23}/_{3}$	8.5	8.6	–	$^{16}/_{3}$	9.1	6.7	4.8
	$^{14}/_{4}$	–	–	6.6	$^{26}/_{4}$	9.8	9.9	5.7
	$^{1}/_{5}$	11.0	11.4	7.5				
Fejlfri frugt	$^{22}/_{2}$	92.9	82.4	98.2	$^{22}/_{2}$	75.1	60.1	88.1
	$^{23}/_{3}$	77.6	84.8	–	$^{16}/_{3}$	61.0	51.8	55.2
	$^{14}/_{4}$	–	–	60.2	$^{26}/_{4}$	40.1	31.7	8.5
	$^{1}/_{5}$	70.4	72.4	44.0				

Tabel 4. Sorteringsresultater fra forsøg med Koldär.

Cox's Pomona	1949—50				1950—51			
	Indsat på lager 27/9				Indsat på lager 25/9			
	dato for udtagn. og sortering	pct. af indsat frugtmængde			dato for udtagn. og sortering	pct. af indsat frugtmængde		
		Kold-är	vent. lager	køle-rum +3°C		Kold-är	vent. lager	køle-rum +3°C
Stærkt moden frugt	19/12	75.7	93.5	2.6	15/1	0	0	–
	3/3	100.0	100.0	72.9	19/2	0	0	0
	28/4	100.0	100.0	–	13/3	0	0	0
	22/5	–	–	56.2	25/4	–	–	0
Middel-moden frugt	19/12	24.3	6.6	79.2	15/1	76.6	87.2	–
	3/3	0	0	27.1	19/2	100.0	100.0	88.2
	28/4	0	0	–	13/3	100.0	100.0	100.0
	22/5	–	–	43.9	25/4	–	–	100.0
Umoden frugt	19/12	0	0	18.3	15/1	23.4	12.9	–
	3/3	0	0	0	19/2	0	0	11.9
	28/4	0	0	–	13/3	0	0	0
	22/5	–	–	0	25/4	–	–	0
Svampe-angreb	19/12	8.1	19.8	0.9	15/1	12.3	14.4	–
	3/3	38.4	61.2	10.4	19/2	24.7	25.8	10.2
	28/4	41.9	52.4	–	13/3	32.2	35.9	18.0
	22/5	–	–	30.9	25/4	–	–	40.6
Centerråd ubetydelig	19/12	0	5.0	0	15/1	5.0	0	–
	3/3	0	2.5	25.0	19/2	0	0	17.5
	28/4	25.0	12.5	–	13/3	17.5	7.5	25.0
	22/5	–	–	37.5	25/4	–	–	17.5
Centerråd lidt	19/12	0	0	0	15/1	0	0	–
	3/3	0	2.5	7.5	19/2	0	0	5.0
	28/4	12.5	10.0	–	13/3	2.5	0	20.0
	22/5	–	–	25.0	25/4	–	–	17.5
Centerråd meget	19/12	0	0	0	15/1	0	0	–
	3/3	0	0	0	19/2	0	0	0
	28/4	5.0	5.0	–	13/3	0	0	0
	22/5	–	–	20.0	25/4	–	–	37.5
Centerråd ialt	19/12	0	5.0	0	15/1	5.0	0	–
	3/3	0	5.0	32.5	19/2	0	0	22.5
	28/4	42.5	27.5	–	13/3	20.0	7.5	45.0
	22/5	–	–	82.5	25/4	–	–	72.5
Vægtsvind	19/12	4.7	5.1	2.6	15/1	4.1	3.6	–
	3/3	5.8	7.7	3.7	19/2	5.1	5.1	2.8
	28/4	7.8	10.3	–	13/3	5.9	6.9	3.1
	22/5	–	–	6.5	25/4	–	–	4.4
Fejlfri frugt	19/12	91.9	76.3	99.1	15/1	70.8	70.5	–
	3/3	56.8	32.6	60.6	19/2	57.7	57.9	54.3
	28/4	23.5	17.5	–	13/3	40.8	48.9	33.1
	22/5	–	–	10.7	25/4	–	–	12.2

Tabel 5. Sorteringsresultater fra forsøg med Koldär.

Graasten	1949—50 Indsat på lager 13/9			
	dato for udtagn. og sortering	pct. af indsat frugtmængde		
		Kold-är	vent. lager	køle-rum +3° C
Stærkt moden frugt	2/12	100.0	100.0	0
	23/1	100.0	100.0	–
	27/2	100.0	100.0	61.9
Middel-moden frugt	2/12	0	0	84.9
	23/1	0	0	–
	27/2	0	0	38.1
Umoden frugt	2/12	0	0	15.2
	23/1	0	0	–
	27/2	0	0	0
Skold	2/12	10.4	37.8	0
	23/1	43.8	49.6	–
	27/2	89.6	83.2	4.2
Svampeangreb (væsentlig Gloeosporium)	2/12	7.5	18.5	1.3
	23/1	23.2	36.3	–
	27/2	33.9	52.8	18.2
Rynkede frugter ubet.	2/12	80.0	84.2	0
	23/1	16.8	6.8	–
	27/2	23.9	4.8	0
Rynkede frugter lidt	2/12	1.2	15.9	0
	23/1	81.2	93.2	–
	27/2	58.2	34.9	0
Rynkede frugter meget	2/12	0	0	0
	23/1	2.0	0	–
	27/2	18.0	60.4	0
Rynkede frugter ialt	2/12	81.1	100.0	0
	23/1	100.0	100.0	–
	27/2	100.0	100.0	0
Vægtsvind	2/12	6.1	7.7	3.3
	23/1	8.2	8.8	–
	27/2	8.9	10.3	5.0
Fejlfri frugt	2/12	82.2	46.0	98.8
	23/1	33.5	14.1	–
	27/2	1.7	0.7	17.6

Tabel 6. Sorteringsresultater fra forsøg med Koldär.

Ingrid Marie	1949—50				1950—51			
	Indsat på lager 25/9				Indsat på lager 11/10			
	dato for udtagn. og sortering	pct. af indsat frugtmængde			dato for udtagn. og sortering	pct. af indsat frugtmængde		
		Kold-är	vent. lager	køle-rum +3°C		Kold-är	vent. lager	køle-rum +3°C
Stærkt moden frugt	15/12	88.4	97.9	0	15/1	0	0	–
	24/1	100.0	100.0	–	15/2	0	8.4	0
	1/3	100.0	100.0	0	12/3	35.0	45.7	32.3
	3/4	–	–	10.0	2/4	–	–	66.2
Middel-moden frugt	15/12	11.7	2.2	43.1	15/1	100.0	100.0	–
	24/1	0	0	–	15/2	100.0	91.7	100.0
	1/3	0	0	87.2	12/3	65.1	54.4	67.7
	3/4	–	–	72.7	2/4	–	–	33.8
Umoden frugt	15/12	0	0	57.0	15/1	0	0	–
	24/1	0	0	–	15/2	0	0	0
	1/3	0	0	12.8	12/3	0	0	0
	3/4	–	–	17.3	2/4	–	–	0
Svampe-angreb	15/12	5.0	5.6	1.2	15/1	7.2	4.2	–
	24/1	10.6	11.3	–	15/2	27.5	27.1	29.2
	1/3	16.8	20.3	27.9	12/3	49.8	49.1	55.3
	3/4	–	–	41.7	2/4	–	–	79.9
Centerråd	15/12	0	0	0	15/1	0	0	–
	24/1	0	0	–	15/2	0	5.0	0
	1/3	0	0	2.5	12/3	10.0	15.0	5.0
	3/4	–	–	7.5	2/4	–	–	17.5
Priksyge	15/12	0	0	0	15/1	1.9	6.3	–
	24/1	0	0	–	15/2	4.4	6.9	2.8
	1/3	0	0	0	12/3	4.5	8.0	1.6
	3/4	–	–	0	2/4	–	–	0.9
Rynkede ubet.	15/12	49.7	55.7	0	15/1	11.6	12.7	–
	24/1	83.9	87.0	–	15/2	14.1	13.7	0
	1/3	59.7	48.1	0	12/3	22.6	11.7	0
	3/4	–	–	9.5	2/4	–	–	0
Rynkede lidt	15/12	3.4	5.0	0	15/1	3.5	2.0	–
	24/1	13.7	13.0	–	15/2	7.6	5.4	0
	1/3	31.0	30.5	0	12/3	20.2	10.7	0
	3/4	–	–	2.5	2/4	–	–	0
Rynkede meget	15/12	0	0	0	15/1	1.3	1.0	–
	24/1	0	0	–	15/2	5.0	2.5	0
	1/3	9.4	21.5	0	12/3	10.0	7.2	0
	3/4	–	–	0	2/4	–	–	0

Tabel 6 (fortsat).

Ingrid Marie	1949—50				1950—51			
	Indsat på lager $^{25}/_{9}$				Indsat på lager $^{11}/_{10}$			
	dato for udtagn. og sortering	pct. af indsat frugtmængde			dato for udtagn. og sortering	pct. af indsat frugtmængde		
		Kold-ær	vent. lager	køle-rum +3°C		Kold-ær	vent. lager	køle-rum +3°C
Rynkede ialt	$^{15}/_{12}$	53.1	60.6	0	$^{15}/_{1}$	16.4	15.7	–
	$^{24}/_{1}$	97.6	100.0	–	$^{15}/_{2}$	26.7	21.5	0
	$^{1}/_{3}$	100.0	100.0	0	$^{12}/_{3}$	52.7	29.5	0
	$^{3}/_{4}$	–	–	12.0	$^{2}/_{4}$	–	–	0
Vægtsvind	$^{15}/_{12}$	5.7	6.3	3.8	$^{15}/_{1}$	5.1	4.0	–
	$^{24}/_{1}$	6.6	7.4	–	$^{15}/_{2}$	4.7	5.6	3.0
	$^{1}/_{3}$	7.8	9.2	4.9	$^{12}/_{3}$	7.8	5.9	4.1
	$^{3}/_{4}$	–	–	5.9	$^{2}/_{4}$	–	–	4.5
Fejlfri frugt	$^{15}/_{12}$	95.1	94.5	98.9	$^{15}/_{1}$	91.0	89.6	–
	$^{24}/_{1}$	89.3	88.8	–	$^{15}/_{2}$	68.2	60.2	66.5
	$^{1}/_{3}$	81.8	72.2	70.0	$^{12}/_{3}$	41.1	36.5	40.3
	$^{3}/_{4}$	–	–	53.2	$^{2}/_{4}$	–	–	15.8

Tabel 7. Sorteringsresultater fra forsøg med Koldär.

Laxtons Superb.	1949—50				1950—51			
	Indsat på lager $^{6}/_{10}$				Indsat på lager $^{5}/_{10}$			
	dato for udtagn. og sortering	pct. af indsat frugtmængde			dato for udtagn. og sortering	pct. af indsat frugtmængde		
		Kold-är	vent. lager	kølerum +3°C		Kold-är	vent. lager	kølerum +3°C
Stærkt moden frugt	$^{22}/_{2}$	0	0	0	$^{15}/_{1}$	0	0	–
	$^{23}/_{3}$	31.8	25.3	–	$^{15}/_{2}$	0	0	0
	$^{24}/_{4}$	69.9	62.5	0	$^{12}/_{3}$	0	0	0
	$^{22}/_{5}$	–	–	0	$^{10}/_{5}$	–	–	0
Middel-moden frugt	$^{22}/_{2}$	90.0	89.9	54.6	$^{15}/_{1}$	57.4	57.8	–
	$^{23}/_{3}$	68.2	74.7	–	$^{15}/_{2}$	90.7	90.2	74.3
	$^{24}/_{4}$	30.1	37.5	71.0	$^{12}/_{3}$	100.0	100.0	80.4
	$^{22}/_{5}$	–	–	87.3	$^{10}/_{5}$	–	–	100.0
Umoden frugt	$^{22}/_{2}$	10.0	10.1	45.4	$^{15}/_{1}$	42.6	42.3	–
	$^{23}/_{3}$	0	0	–	$^{15}/_{2}$	9.3	9.9	25.8
	$^{24}/_{4}$	0	0	29.1	$^{12}/_{3}$	0	0	19.7
	$^{22}/_{5}$	–	–	12.8	$^{10}/_{5}$	–	–	0
Svampeangreb (væsentlig Gloeosporium)	$^{22}/_{2}$	7.6	10.9	2.0	$^{15}/_{1}$	1.2	2.1	–
	$^{23}/_{3}$	9.8	22.9	–	$^{15}/_{2}$	2.4	7.6	0.6
	$^{24}/_{4}$	24.1	40.0	4.9	$^{12}/_{3}$	5.5	10.1	7.3
	$^{22}/_{5}$	–	–	10.8	$^{10}/_{5}$	–	–	24.7
Rynkede frugter ubet.	$^{22}/_{2}$	19.7	28.1	1.2	$^{15}/_{1}$	30.2	19.4	–
	$^{23}/_{3}$	31.8	37.1	–	$^{15}/_{2}$	32.4	24.7	3.5
	$^{24}/_{4}$	22.5	20.5	5.7	$^{12}/_{3}$	29.8	34.7	5.0
	$^{22}/_{5}$	–	–	20.9	$^{10}/_{5}$	–	–	20.9
Rynkede frugter lidt	$^{22}/_{2}$	11.2	12.3	0	$^{15}/_{1}$	16.3	8.8	–
	$^{23}/_{3}$	27.5	26.3	–	$^{15}/_{2}$	19.8	14.2	0
	$^{24}/_{4}$	26.1	26.5	1.3	$^{12}/_{3}$	24.6	24.1	0
	$^{22}/_{5}$	–	–	12.4	$^{10}/_{5}$	–	–	5.5
Rynkede frugter meget	$^{22}/_{2}$	4.7	5.7	0	$^{15}/_{1}$	7.1	3.0	–
	$^{23}/_{3}$	16.9	20.3	–	$^{15}/_{2}$	8.4	4.9	0
	$^{24}/_{4}$	41.4	41.5	0.6	$^{12}/_{3}$	29.2	16.6	0
	$^{22}/_{5}$	–	–	3.6	$^{10}/_{5}$	–	–	1.6
Rynkede frugter ialt	$^{22}/_{2}$	35.6	46.0	1.2	$^{15}/_{1}$	53.5	31.1	–
	$^{23}/_{3}$	76.2	83.6	–	$^{15}/_{2}$	60.7	43.8	3.5
	$^{24}/_{4}$	89.9	88.5	7.6	$^{12}/_{3}$	83.6	75.4	5.0
	$^{22}/_{5}$	–	–	36.9	$^{10}/_{5}$	–	–	27.9
Vægtsvind	$^{22}/_{2}$	7.1	7.8	4.1	$^{15}/_{1}$	7.9	5.7	–
	$^{23}/_{3}$	8.5	8.3	–	$^{15}/_{2}$	7.6	7.4	5.2
	$^{24}/_{4}$	10.6	11.1	6.5	$^{12}/_{3}$	10.7	9.8	5.2
	$^{22}/_{5}$	–	–	7.9	$^{10}/_{5}$	–	–	7.5
Fejlfri frugt	$^{22}/_{2}$	92.5	89.1	98.1	$^{15}/_{1}$	98.8	98.0	–
	$^{23}/_{3}$	90.2	77.2	–	$^{15}/_{2}$	97.7	92.4	97.8
	$^{24}/_{4}$	75.9	60.0	95.2	$^{12}/_{3}$	94.5	90.1	92.8
	$^{22}/_{5}$	–	–	89.3	$^{10}/_{5}$	–	–	74.4

Om staldgødningens mikrobiologiske sønderdeling.

I. Det organiske gødningskvælstofs nitrifikation.

Ved **H. L. Jensen.**

451. beretning fra Statens Forsøgsvirksomhed i Plantekultur.

Ved Statens Planteavls-Laboratoriums bakteriologiske afdeling er påbegyndt en række undersøgelser over sønderdelingen af det organiske kvælstof i forskellige staldgødningssorter. Nærværende beretning omhandler resultaterne af de indledende forsøg, hvor nitrifikationshastigheden er sammenlignet med udviklingen af mikroorganismer i jorden, samt enkelte forsøg over forskellige mikroorganismers evne til at sønderdele gødningens organiske kvælstofforbindelser i renkultur. Beretningen er udarbejdet af afdelingsbestyrer, dr. agro. *H. L. Jensen.*

Forstanderne ved Statens Forsøgsvirksomhed i Plantekultur.

Indledning.

Mangeårige forsøg ved Askov forsøgsstation og andetsteds (*Iversen* og *Dorph-Petersen,* 1951) har vist, at forskellen mellem staldgødningens og kunstgødningens virkningsgrad i hovedsagen er betinget af kvælstoffets tilgængelighed. I fast (forgæret) staldgødning repræsenterer kvælstoffet et helt spektrum af forbindelser fra ammoniak (normalt 20—30 pct.) til renprotein, det sidste for en stor del i organiseret form (bakterieceller). Af markforsøg (*Iversen* og *Dorph-Petersen,* 1951) fremgår det, at afgrøderne i et 4-års sædskifte gennemsnitlig kun optager ca. 30 pct. af staldgødningskvælstoffet, og karforsøg (*Poulsen,* 1950) har vist, at kun en del af gødningens ammoniakkvælstof optages af hurtigvoksende afgrøder (havre) i en udstrækning, der for en stor del afhænger af gødningens kulstof-kvælstofforhold. Medens ammoniakkvælstoffet, eventuelt efter iltning til

nitrat, er direkte tilgængeligt for planterne, er udnyttelsen af det organiske eller ialtfald proteinkvælstoffet betinget af en forudgående mikrobiel nedbrydning til ammoniak. Hvorvidt det organiske kvælstof kan udnyttes af den første afgrøde efter staldgødningens udbringning eller først komme senere afgrøder til gode i form af eftervirkning, såvel som eftervirkningens omfang, afhænger af denne nedbrydnings hastighed.

Omfattende laboratorieundersøgelser over staldgødningskvælstoffets nitrifikation i jorden er udført i Sverige af *Barthel* og *Bengtsson* (1917—1940). De første forsøgsrækker (1917—31) viste konstant, at i jord med tilsætning af normal, velomsat staldgødning nitrificeredes kun gødningens ammoniak i løbet af et år eller noget mere, medens det organiske kvælstof syntes fuldkommen resistent mod sønderdeling. Specielle gødningssorter (»Edelmist« og halmkompost) udviste nogen nitrifikation af det organiske kvælstof, hvilket hovedsagelig syntes at skyldes et snævrere C:N-forhold. Senere forsøg (*Barthel* og *Bengtsson*, 1934; *Bengtsson* og *Barthel*, 1935) viste, at hverken ekstra kraftig lufttilførsel eller behandling med syrer eller fedtopløsningsmidler fremskyndede nedbrydningen væsentligt; en begyndende nitrifikation af det organiske kvælstof i normal, gæret gødning kunne først konstateres efter 2—3 år og i friske koekskrementer efter 5—8 måneder (her nitrificeredes antagelig det kvælstof, der under gæring ville være blevet omdannet til ammoniak); i gæret gødning med et abnormt snævert C:N-forhold (12.4—13.6:1) begyndte derimod nitrifikationen af proteinkvælstoffet efter 3 måneder. Endelig fandt *Bengtsson* og *Barthel* (1940), at endnu efter 4 år var mindre end halvdelen af gødningens protein sønderdelt.

Erfaringer fra markforsøg tyder dog ikke på, at staldgødningskvælstoffet ophobes i jorden i en så stor udstrækning, som man efter Barthel og Bengtssons resultater kunne vente. I forsøgene på Askov ler- og sandmark (*Iversen* og *Dorph-Petersen*, 1951) viste de staldgødede parceller i 1923—24 ganske vist et kvælstofindhold, der oversteg de ugødede parcellers med ca. 425—475 kg pr. ha, svarende til 36—40 pct. af det ialt tilførte gødningskvælstof, men heri indgår for en stor del den større mængde organisk stof i form af rod- og stublevninger, der var

efterladt i den staldgødede jord, og i tidsrummet fra 1923 til 1942 kunne ingen yderligere stigning i de staldgødede jorders kvælstofindhold påvises, til trods for anvendelsen af en større gødningsmængde efter 1923. Ophobningen af kvælstof synes således overvejende at have fundet sted i de første 30 forsøgsår. Dette stemmer med erfaringer fra de gamle gødningsforsøg ved Rothamsted (*Russell*, 1950), hvor kvælstofindholdet i de staldgødede parceller på Broadbalk ikke ændredes væsentligt fra 1914 til 1945, skønt der her var anvendt en endog meget stor gødningsmængde (200 lb kvælstof pr. acre årlig = ca. 180 kg/ha). *Bach* (1925) fandt i markforsøg nedbrydning af ca. 75 pct. af staldgødningens kulstof i løbet af et år. Der synes således at indstille sig en ligevægtstilstand, hvor staldgødningens organiske stof sønderdeles, efterhånden som det tilføres.

Også laboratorieforsøg svarende til de af Barthel udførte (*Glathe*, 1927; *Scheibe*, 1929; *Jensen*, 1931) har vist en tydelig omend langsom og ufuldstændig nitrifikation af den organiske kvælstoffraktion i andre gødninger i løbet af et år eller mindre. Forskellige gødningssorter synes således at forholde sig forskelligt; *Bengtsson* og *Barthel* (1935) har fremsat den anskuelse, at det organiske stofs sønderdelelighed afhænger af fodringen, og citeret forsøg af *Virtanen*, der tyder på særlig hurtig udnyttelse af gødningskvælstoffet efter fodring med ensilage. Ved Statens Planteavls-Laboratoriums bakteriologiske afdeling er derfor påbegyndt en række undersøgelser over sønderdelingen af de organiske kvælstofforbindelser i forskellige danske staldgødningssorter.

Forsøgsmetodik.

Nitrifikationsforsøg i jord udførtes efter det af *Barthel* og *Bengtsson* anvendte princip: jord med tilsætning af staldgødning i mængder svarende til 100—300 mg kvælstof pr. kg jord opbevaredes i vidhalsede glasflasker (stedse to parallelforsøg) med løstsiddende prop, der tillod uhindret luftadgang. Ved ca. ugentlige vejninger erstattedes fordampningstabet med destilleret vand, og på forskellige tidspunkter udtoges prøver til kemisk og mikrobiologisk undersøgelse. Staldgødningerne anvendtes i fin-

malet tilstand efter forsigtig lufttørring (7—8 pct. vand), hvorved størstedelen af ammoniakkvælstoffet forsvandt, og den påfølgende nitrat- og ammoniakdannelse stammede således i hovedsagen fra det organiske gødningskvælstof, foruden fra jordens eget organiske stof.

Nitrat- og ammoniakkvælstof i jorden bestemtes efter *Olsen* (1929) ved ekstraktion med 1-n kaliumklorid ved pH ca. 1; i en alikvot af filtratet bestemtes NH_4-N ved destillation med magniumoxyd, derefter NO_3-N ved destillation med Devarda's legering. Humusbestemmelse i jord udførtes efter *Bondorff* (1946).

I staldgødningsprøverne bestemtes totalkvælstof efter Kjeldahl, ammoniakkvælstof ved destillation med magniumoxyd, renproteinkvælstof ved fældning med trikloreddikesyre (*Thorbek,* 1945). I to af prøverne udførtes ved laboratoriets agrikulturkemiske afdeling en bestemmelse af organisk kulstof efter *Ter Meulen.* Desuden udførtes en tilnærmelsesvis bestemmelse af de forskellige grupper af organiske stoffer i gødningen. Lignin bestemtes efter Holmbergs thioglykolsyre-metode (*Bengtsson,* 1936), cellulose efter *Jenkins* (1930) i residuum efter thioglykolsyre-behandlingen, pentosan (incl. polyuronider) efter *Kullgren* og *Tydén* (*Bengtsson,* 1936).*).

Mikroskopisk bestemmelse af det totale bakterieantal i jorden udførtes efter *Jones* og *Mollison* (1948). Tællinger af bakterier i stand til at vokse på kunstigt substrat foretoges på glucose-caseinagar (4 parallelskåle) i fortyndinger på 1:100,000—800,000. De fremkomne kolonier taltes efter 14 dages inkubation ved 25° C; der foretoges særskilt tælling af de actinomyceter (slægterne *Streptomyces* og *Micromonospora,* se *Waksman* (1950)), der umiddelbart kunne identificeres som sådanne. En række af de fremherskende bakterier og actinomyceter isoleredes for nærmere undersøgelse.

Nitrifikationsforsøg i jord.

Forsøg nr. 1. Hertil anvendtes to prøver af staldgødning fra opbevaringsforsøg ved Lyngby forsøgsstation, den ene (A) uden tilsætning, den anden (B) med 5 pct. halm; begge

*) Disse analyser udførtes af assistent, landbrugskandidat H. Sørensen.

opbevaredes i åben mødding, nedlagt september 1947, optaget april 1948. Gødningernes sammensætning fremgår af tabel 1, hvor der til sammenligning anføres sammensætningen af en af *Bengtsson* og *Barthel* (1940) undersøgt gødning, omregnet til tørstof. I betragtning af de talrige fejlkilder, som bestemmelserne rummer, bl. a. vanskeligheden ved at adskille lignin og protein *(Bengtsson,* 1936—38), giver de forskellige stofgrupper en ret god redegørelse for størstedelen af gødningstørstoffet, hvortil kommer mindre mængder af andre bestanddele (organiske syrer, fedtstoffer, etc.).

Tabel 1. Sammensætning af gødninger i nitrifikationsforsøg nr. 1.

Gødning nr.	A	B	(Bengtsson & Barthel)
I gødningstørstof %:			
Total-N	2.008	1.896	2.261
NH_4-N	0.091	0.055	0.408
Organisk (total − NH_4)N	1.917	1.841	1.853
Renprotein-N	1.557	1.436	—
Kulstof	36.01	35.45	40.38
C:N-forhold	17.9	18.7	17.8
Stofgrupper i % af tørstof:			
Råprotein (org. N × 6.25)	12.0	11.5	11.6
Cellulose	20.0	19.7	25.5
Pentosaner	15.9	14.0	18.2
Lignin	12.9	15.0	17.0
Aske	30.8	34.3	18.0
Ialt	91.6	94.5	90.3
C i organisk stof, %	52	54	49

Som grundsubstrat anvendtes en blanding af jord (let lermuld fra ugødet parcel i gødningsforsøg ved Lyngby forsøgsstation) og sand i forholdet 2:3, med tilsætning af 0.05 pct. sekundært calciumfosfat.

1 Kontroljord uden gødning.
2 Gødning A, 150 mg N/kg jord.
3 » » 300 » »
4 » B, 150 » »
5 » » 300 » »

Forsøget indledtes 20. juli 1948 og fortsattes 370 dage ved 25° C. Jordens reaktionstal var oprindelig 7.5—7.6, men faldt i løbet af forsøget til 6.3—6.8. Vandindholdet var 8—9 pct. i kontroljorden og 10—11 pct. i jorderne med gødningstilsætning. Prøver udtoges til analyse efter 30, 62, 104, 260 og 370 dage.

I kontroljorden var bakterietallene, både de totale og på agarsubstrat, ret konstante, noget aftagende i forsøgets løb. I jorderne med gødning sås en meget stærk stigning efter 30 dage og for totaltallenes vedkommende også efter 62 dage, hvorefter der indtrådte et først brat, siden langsommere fald. Typiske eksempler (forsøgsled 1, 3 og 5) ses i figur 1; i jord med 150 mg N/kg udviste kurverne et lignende forløb med noget lavere tal. Hvis man regner med, at 1000 mill. bakterieceller vejer 1 mg og indeholder 25 pct. tørstof med 10 pct. kvælstof, svarer de højeste total-kimtal, ca. 800 mill./g, til en kvælstofmængde på ca. 20 mg/kg; det er således kun en ret ubetydelig del af gødningskvælstoffet, der på noget tidspunkt er fastlagt som bakteriesubstans. Det ses endvidere, at medens totalkimtallene i jord med gødning efter 30 dage kun er 3—4 gange så høje som agarkimtallene, bliver forholdet mellem de to tal gradvis videre og nærmer sig mod forsøgets slutning til kontroljordens, hvor agarkimtallene kun udgør 5—10 pct. af de totale tal; den »zymogene« flora, der udvikler sig umiddelbart efter gødningstilsætningen, synes således overvejende at bestå af organismer, der kan vokse på agarsubstrat. Bestemmelse af mængden af svampemycel efter *Jones* og *Mollison* (1948) forsøgtes, men gav usikre resultater, da mycelfragmenter fandtes ret sparsomt og så uregelmæssigt fordelt, at signifikante forskelle mellem jorderne ikke kunne fastslås. Som helhed syntes svampene ikke at spille nogen større rolle under de foreliggende betingelser.

I de mikroskopiske tællinger domineredes billedet af små, korte stavbakterier, tildels næsten kugleformede. Det samme var tilfældet på agarsubstratet, hvorfra der isoleredes ca. 100 bakteriestammer foruden et betydeligt antal actinomyceter. De mest fremtrædende grupper af bakterier var:

1) Små, gramnegative, langsomt gelatinesmeltende stave dannende gult til brunligt pigment.

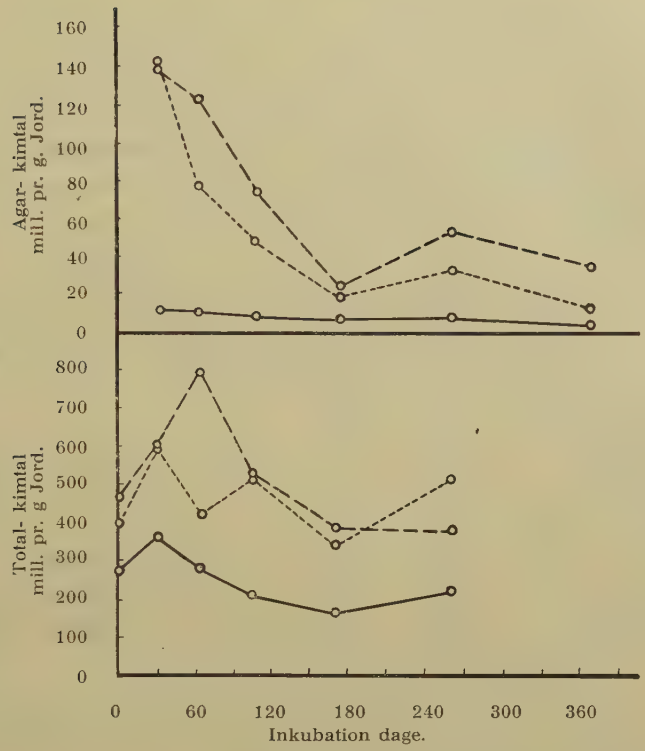


Fig. 1.

Fig. 1. — Bakterietællinger, nitrifikationsforsøg nr. 1. (Counts of bacteria, Exp. 1).
——— Kontroljord uden gødning. (Control soil without manure).
— — — - — — — Jord + gødn. A, 300 mg N/kg jord. (Soil + manure A, 300 p. p. m. N).
..... Jord + gødn. B, 300 mg N/kg jord. (Soil + manure B. 300 p. p. m. N).

2) Lignende, svagt eller ikke gelatinesmeltende, uden pigment.

3) Uregelmæssige, grampositive stave *(Corynebacterium)*.

I de senere stadier af forsøget fandtes talrige delvis syrefaste, uregelmæssige stave, der dannede gult til lyserødt pigment *(Mycobacterium)*. Sporedannende bakterier fandtes kun i meget ringe antal. Det store flertal af bakterierne dannede meget små og langsomt voksende kolonier, der først blev synlige efter 8—10

dages inkubation. Deres biokemiske aktivitet i kunstige substrater var forholdsvis ringe; gelatinesmeltning var svag eller manglende, mange dannede lidt ammoniak af pepton, men kun ca. 25 pct. af casein; ca. 33 pct. reducerede nitrat til nitrit; glucose forgæredes under syredannelse af 44 pct. af stammerne, maltose af 22 pct., andre kulhydrater kun af meget få; ingen af 85 undersøgte stammer var i stand til at sønderdele cellulose i form af

Tabel 2. Nitrifikationsforsøg nr. 1 (Gødning A og B).

	Inkubation dage	Gødning A		Gødning B	
		150 mg N	300 mg N	150 mg N	300 mg N
(NO_3 + NH_4) N), mg/kg, overskud over kontroljord uden gødning	0*)	6.8	13.7	4.4	8.7
	30	÷ 0.3	16.2	÷ 7.4	3.0
	62	32.8	63.5	19.6	39.2
	104	36.2	65.8	30.4	54.5
	175	40.7	74.6	20.8	61.3
	260	33.4	77.8	33.1	72.3
	370	(48.4)	(86.4)	(41.3)	(49.1)
% organisk gødnings-N mineraliseret	30	÷ 5.2	0.9	÷ 8.1	÷ 2.0
	62	18.2	17.4	10.4	10.5
	104	20.6	18.2	17.9	15.7
	175	23.7	21.3	11.3	18.0
	260	18.6	22.4	19.7	21.8
	370	(29.2)	(25.4)	(25.3)	(13.9)

*) Overskuddet ved forsøgets indledning repræsenterer her som i de følgende forsøg det med gødningen tilførte ammoniakkvælstof.

Tabel 3. »Eftervirkning« af staldgødning i nitrifikationsforsøg nr. 1.

	NO_3-N, mg/kg, overskud over kontroljord			
	Gødning A		Gødning B	
	150 mg N	300 mg	N 150 mg N	300 mg N
1 (32 dage)	4.5	17.5	10.9	18.7
2 (40 »)	1.0	3.0	0.5	1.4
3 (30 »)	2.0	10.1	6.4	3.3
4 (35 »)	0.2	4.1	5.3	8.1
5 (34 »)	0.5	1.9	1.4	3.7
Ialt	8.2	36.6	24.5	35.2
Svarende til % af tilsat organisk gødnings-N	6	13	17	12

filtrerpapir; ca. 70 pct. krævede substrater indeholdende pepton eller gærekstrakt.

Antallet af actinomyceter (overvejende *Streptomyces)* lå i kontroljorden ret konstant omkring 2—3 mill./g, men udviste en stigning på over 100 pct. i jord med gødningstilsætning. I modsætning til de egentlige bakterier aftog de ikke i talrighed i forsøgets senere stadier, hvor der sås talrige kolonier af slægten *Micromonospora;* efter 260 dage fandtes der i jorderne med gødning 0.5—1.2 mill./g heraf, medens de i kontroljorden kun optrådte rent sporadisk. Af 51 undersøgte stammer viste 44 sig i stand til mere eller mindre kraftig cellulosesønderdeling, hvilken egenskab kun ret sjældent fandtes hos *Streptomyces*-arterne.

Resultaterne af nitrat- og ammoniakbestemmelserne ses i tabel 2 (gennemsnit af duplikatforsøgene *a—b).* Undtagen ved forsøgets indledning fandtes ammoniakkvælstof kun i små mængder, der sjældent oversteg 2—3 mg/kg. Efter 30 dage viser jorderne med gødning kun en ringe forøgelse af mineralsk kvælstof over kontroljord, og denne forøgelse er mindre end det med gødningen tilførte ammoniakkvælstof. Efter 62 dage indtræder derimod en betydelig stigning, svagest med den halmblandede gødning B, og denne fortsættes indtil 175 dage, da indholdet bliver omtrent stationært, bortset fra et fald i forsøgsled 5 (gødning B, 300 mg N/kg). Efter 370 dage viste de to kontroljorder så stærkt uoverensstemmende nitratindhold, at gennemsnitstallene ikke kunne tillægges betydning (sml. *Bengtsson* og *Barthel,* 1935). I tabellens andet afsnit er mængden af mineraliseret organisk gødningskvælstof (overskud af (NO_3 + NH_4)-N over kontrol ÷ NH_4-N tilsat i gødningen) udtrykt i procent af gødningens indhold af organisk kvælstof. Der ses her at være sket en svag fastlægning af mineralsk kvælstof efter 30 dage, men efter 62 dage er nitrifikationen betydelig, især i den halmfri gødning A, og når efter 260 dage ca. en femtedel af det organiske gødningskvælstof.

Da det efter 370 dage ikke længere var muligt at påvise små ændringer i nitratindholdet, anstilledes der efter hovedforsøgets afslutning et »eftervirkningsforsøg«, idet de lufttørrede jordprøver vaskedes fri for nitrat med destilleret vand; jorden tørredes til den samme fugtighedsgrad som før lufttørringen og op-

bevaredes påny 32 dage ved 25° C, hvorefter udvaskningen gentoges og nitrat bestemtes i filtratet, som kun indeholdt ubetydelige mængder ammoniakkvælstof; denne behandling gentoges i 5 successive perioder på 4—6 uger. Resultaterne ses i tabel 3; i den første periode efter lufttørringen ses en ret stærk og i de påfølgende en betydelig svagere nitratdannelse, men gennem hele forsøget fortsættes produktionen af nitrat fra den tilsatte gødnings restkvælstof.

Det organiske gødningskvælstof er således ret vanskeligt mobiliserbart, men begynder dog at nitrificeres efter 2 måneder, og denne proces fortsættes med gradvis aftagende hastighed. Mængden af tilsat gødning (150—300 mg N/kg jord) synes ikke at påvirke hastigheden væsentligt.

Det må her som i de følgende forsøg erindres, at beregningen af mineraliseret gødningskvælstof som overskud over kontroljord uden gødning hviler på den forudsætning, at jordens eget organiske kvælstof (humus) omsættes i samme grad i jord med og uden gødningstilsætning. Der må imidlertid regnes med to andre muligheder:

1) Gødningens organiske stof kan udøve en »besparende« indflydelse på jordens humus, i hvilket tilfælde gødningskvælstoffet vil være stærkere omsat, end tallene giver indtryk af, eller
2) den store mikrobielle aktivitet efter gødningstilsætningen kan medføre stærkere nedbrydning af jordens humus (sml. *Broadbent* og *Norman,* 1947), hvilket vil betyde en i virkeligheden svagere nedbrydning af gødningen.

Hvilken af disse tre muligheder der svarer til virkeligheden ville kun kunne afgøres gennem forsøg med gødning indeholdende isotopisk kvælstof (N^{15}) i den organiske fraktion. Gennemførelse af sådanne forsøg ville dog frembyde ret formidable vanskeligheder, og resultaterne må derfor foreløbig tages med den reservation, at mineralisationen af det organiske gødningskvælstof *kan* være enten stærkere eller svagere, end tallene tyder på.

Forsøg nr. 2. Hertil anvendtes en blanding af samme

jord og sand som i forsøg 1, dog i forholdet 1:2 og med ekstra tilsætning af 0.1 pct. calciumkarbonat. Der tilsattes 4 prøver af staldgødning i mængder svarende til 200 mg N/kg jord. De anvendte gødninger var:

Nr. 1—2) Alm. staldgødning fra Lyngby forsøgsstation, beskrevet som henholdsvis »dårligt opbevaret« og »godt opbevaret«, udtaget september 1949.

Nr. 3) Gammel, stærkt omsat gødning, modtaget af laboratoriets agrikulturkemiske afdeling fra hedeforsøgene og opbevaret i tørret tilstand. Gødningen indeholdt en del nitrat, som fjernedes ved udvaskning før forsøget.

Nr. 4) Alm. staldgødning modtaget af den agrikulturkemiske afdeling fra Lyngby forsøgsstation, udtaget december 1948, opbevaret i tørret tilstand.

Gødningernes kemiske sammensætning fremgår af tabel 4.

Tabel 4. Sammensætning af gødninger i nitrifikationsforsøg nr. 2.

Gødning nr.	1	2	3	4
I gødningstørstof %:				
Total-N	2.091	2.293	2.423	2.290
NH_4-N	0.053	0.065	0.053	0.032
Organisk (total ÷ NH_4)N	2.038	2.228	2.370	2.258
Renprotein-N	1.649	1.900	2.115	1.954
Stofgruppe % af tørstof:				
Råprotein (org.-N × 6.25)	12.7	13.9	14.8	14.1
Cellulose	17.8	19.7	19.6	8.5
Pentosan	13.2	14.4	16.5	7.6
Lignin	14.3	14.8	19.8	17.5
Aske	36.1	28.4	22.4	41.4
Ialt	94.1	91.2	93.1	89.1

Forsøgene indledtes 19. oktober 1949 og fortsattes 294 dage ved 25° C. Prøver til kimtælling og kemisk analyse udtoges efter 35, 82, 180 og 294 dage, og efter hovedforsøgets afslutning anstilledes et lignende »eftervirkningsforsøg« som i foregående.

Bakteriernes formering, der her kun bestemtes på agarsubstrat, fremgår af de i fig. 2 givne eksempler. Gødning nr. 2

udviste i forsøgets begyndelse en langt stærkere bakterieudvikling end de andre tre, der alle gav lignende tal som den i figuren angivne nr. 4. Efter 6—10 måneders forløb udlignes forskellene. Ligesom i forsøg nr. 1 lå antallet af actinomyceter i kontroljorden ret konstant og ikke over 2 mill./g, men udviste i de gødede jorder under hele forsøgsperioden en stigning til 4—6 mill./g, lavest i gødning nr. 4. Efter 6 og 10 måneder fandtes igen *Micromonospora* i ret betydelige antal (0.3—0.6 mill./g) i de gødningsbehandlede jorder, men meget sparsomt i kontroljorden.

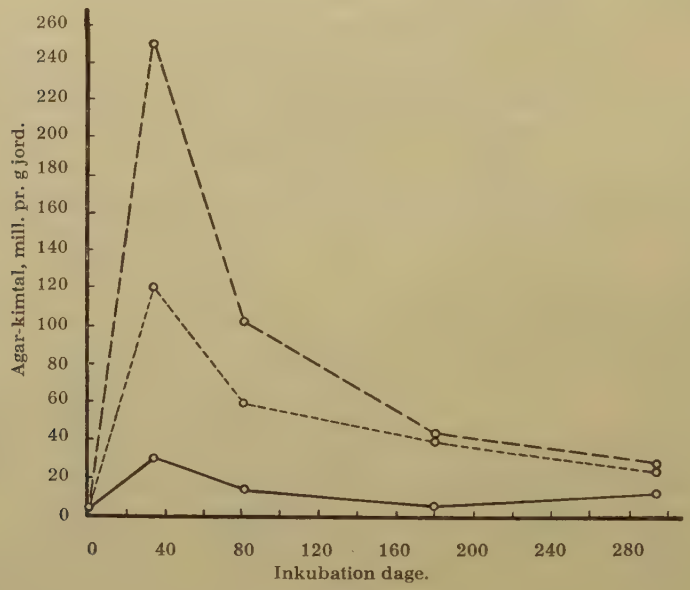


Fig. 2.

Fig. 2. — Bakterietællinger, nitrifikationsforsøg nr. 2. (Counts of bacteria, Exp. 2).
- - - - - - - - - - - - Kontroljord uden gødning. (Control soil without manure).
— — — — — — — — Jord + gødning nr. 2. (Soil + manure No. 2).
..... Jord + gødning nr. 4. (Soil + manure No. 4).

Nitrifikationshastigheden fremgår af tabel 5. Der ses ligesom i foregående forsøg et fald i indholdet af mineraliseret kvælstof efter 35 dage, men efter 82 dage begynder nitrifikationen af det organiske kvælstof, stærkest i nr. 2 og svagest i nr. 4.

Forskellen udlignes efterhånden i nogen grad, men stærkest omsættes dog nr. 2, af hvis organiske kvælstof ikke mindre end en trediedel er nitrificeret efter 10 måneder; det er bemærkelsesværdigt, at den hurtigst og den langsomst nitrificerbare gødning (nr. 2 og nr. 4) hovedsagelig adskiller sig ved et lavere cellulose- og pentosanindhold og et forholdsvis højere ligninindhold i det organiske stof i den sidste (herom senere).

Tabel 5. Nitrifikationsforsøg nr. 2 (Gødning 1—4).
(200 mg N pr. kg jord).

	Inkubation dage	Gødning nr.			
		1	2	3	4
$(NO_3 + NH_4)N$, mg/kg, overskud over kontroljord uden gødning	0	7.6	8.4	6.7	4.2
	35	0.6	1.5	2.8	2.6
	82	47.1	52.4	25.9	16.7
	180	49.6	61.6	36.0	39.3
	294	63.5	71.9	51.8	47.9
% organisk gødnings-N mineraliseret	35	÷ 3.6	÷ 3.6	÷ 2.0	÷ 0.8
	82	20.5	23.0	9.9	6.4
	180	21.8	27.8	15.2	17.9
	294	29.1	33.1	23.3	22.3

Tabel 6. Eftervirkning af staldgødning i nitrifikationsforsøg nr. 2.

Periode	NO_3-N, mg/kg, overskud over kontroljord			
	gødn. 1.	gødn. 2.	gødn. 3.	gødn. 4.
1 (30 dage)	6.8	12.0	4.2	0.6
2 (33 »)	3.6	2.1	1.8	÷1.7
3 (34 »)	2.7	1.3	2.5	1.5
4 (29 »)	2.3	1.1	2.4	2.3
Ialt	15.4	16.5	10.9	2.7
Svarende til % af tilsat organisk gødnings-N	8	9	6	1.4

»Eftervirkningsforsøget«, hvis resultat ses i tabel 6, viser ligesom i forsøg nr. 1, at nitrifikationen af det organiske gødningskvælstof stadig fortsættes, langsomst i gødning nr. 4, som først i den sidste periode synes at have indhentet de andre.

Endvidere udførte efter hovedforsøget et kulsyreproduktionsforsøg efter *Petersens* (1926) metode (4 parallelkolber, 3 uger ved 25° C). Resultatet heraf ses i tabel 7.

Overensstemmelsen mellem parallelkolberne er ret dårlig, og kulsyreproduktionen fra de fire forskellige gødninger udviser

ikke signifikante forskelle, men ligger stedse højere end i kontroljorden, både pr. vægtenhed jord og pr. vægtenhed humus; de endnu uomsatte rester af staldgødning nedbrydes således efter 10 måneder stadig lettere end selve jordens humus, et forhold som også var antydet i lignende forsøg med jord taget fra markforsøg (se *Iversen* og *Dorph-Petersen*, 1951). Forskellen mellem kontroljordens og de gødede jorders humusindhold (ca. 0.20—0.30 pct.) tyder på, at ca. halvdelen af gødningernes organiske

Tabel 7. Kuldioxydproduktion i jord efter nitrifikationsforsøg nr.2

Jord nr.	% humus	mg CO_2 produceret i 3 uger v. 25° C	
		pr. 50 g tør jord	pr. g humus
Gødn. 1	1.64	21.1 ± 1.69	24.5
Gødn. 2	1.61	22.0 ± 4.79	27.3
Gødn. 3	1.59	16.3 ± 1.26	19.9
Gødn. 4	1.54	17.9 ± 3.28	23.2
Kontrol uden gødning	1.34	8.2 ± 1.75	12.2

stof er forsvundet (sml. *Lindhard* (1944), som i markforsøg fandt ca. 55 pct. af staldgødningens kulstof omdannet til kuldioxyd efter 150 dage).

Forsøg nr. 3. Sønderdeling af staldgødning nr. 1 (200 mg N/kg) undersøgtes ved forskellig temperatur: 5—10° C (kun i de sidste par uger nærmede temperaturen sig 10° C), 18—20° C, og 30° C. Der anvendtes en lignende jord- og sandblanding (dog nyudtaget jord) som i forrige forsøg. Forsøget indledtes 6. november 1950 og fortsattes 176 dage, med prøveudtagning efter 30, 59 og 100 dage. Jordens reaktionstal varierede under forsøget fra 7.0 til 7.8.

Som vist i fig. 3 sker der ved 5—10° C en meget stærk udvikling af mikroorganismer i den staldgødede jord, ligesom også bakterietallene i kontroljorden er højest ved denne temperatur. Ved 18—20° C har bakterierne efter 30 dage formeret sig lige så stærkt som ved 5—10° C, men det påfølgende fald indtræder langt hurtigere, og ved 30° C er bakterietallene under hele forsøget, men især i dets tidlige stadier, påfaldende små i sammen-

ligning med de to lavere temperaturer, hvilket stemmer fuldkomment med resultaterne af tidligere forsøg *(Jensen,* 1936, 1939). Ved 5—10° C kom i jorden med gødning næsten kun egentlige bakterier til udvikling, medens actinomyceterne (ligesom i kontroljorden ved alle tre temperaturer) lå ret konstant ved 1—2 mill./g; først ved forsøgets slutning skete en stigning til 3—4 mill./g. Ved 18—20° C og især ved 30° C udgjorde derimod actinomyceterne navnlig efter 59 og 100 dage en ret betydelig del af mikrofloraen, med tal på 10—12 mill./g. Her var igen *Micromonospora*-gruppen rigeligt repræsenteret (1.2—1.6 mill./g)

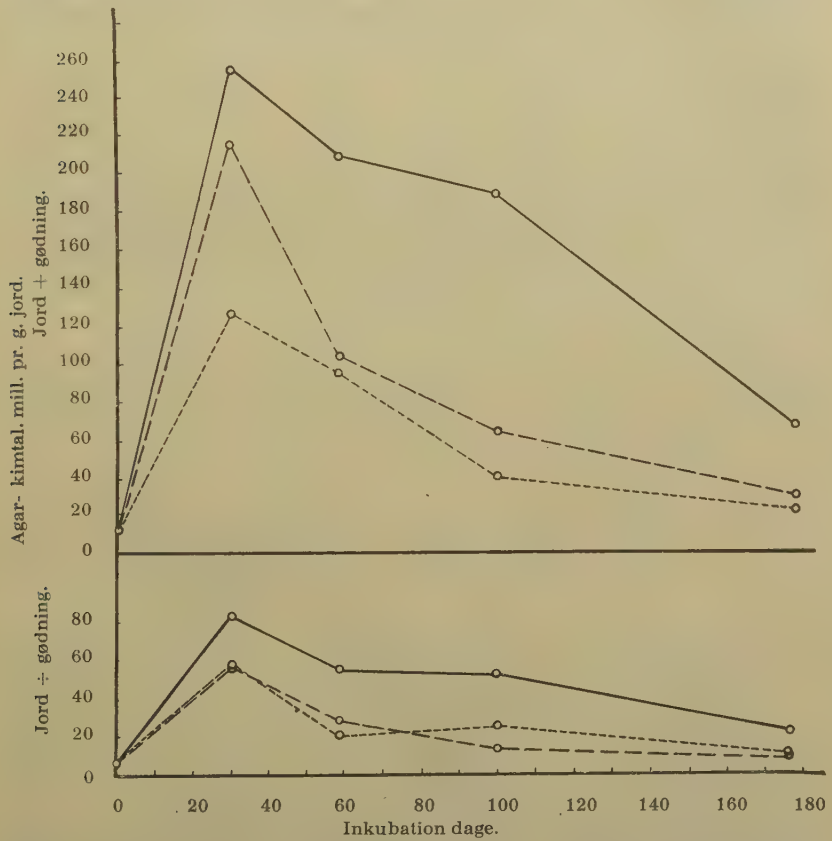


Fig. 3. — Bakterietællinger, nitrifikationsforsøg nr. 3. (Counts of bacteria, Exp. 3)
- - - - - - - - - - - - Forsøg ved 5—10° C. (At 5—10° C)
— — — — — — — — Forsøg ved 18—20° C. (At 18—20° C)
..... Forsøg ved 30° C. (At 30° C)

i sammenligning med en sporadisk forekomst i kontroljord og ved 5—10° C; adskilligt tyder på, at disse organismer er aktive i sønderdelingen af gødningens tungest omsættelige organiske stof.

Af tabel 8 fremgår, at ved 5—10° C er der trods den stærke bakterieformering endnu ved forsøgets afslutning næppe sket nogen mineralisation af det organiske kvælstof, m. a. o., den periode på 30—35 dage, hvor der i de foregående forsøg er sket en nedgang i mineraliseret kvælstof, er her udstrakt til næsten 6 måneder; iøvrigt fremgår det også af andre forsøg (*Waksman* og *Gerretsen*, 1931; *Jensen*, 1936, 1939), at stofopbyggende processer tenderer til at fremherske, når organisk stof sønderdeles ved lav temperatur. Ved 18—20° C og navnlig ved 30° C, hvor formeringen af bakterier er mindre stærk og faldet i deres antal hurtigere, skrider mineraliseringen hurtigere frem, omend langsommere end i foregående forsøg (sml. tabel 5). Den svage mineralisering ved 5—10° C skyldes således ingenlunde hemning af bakteriernes formering, men det kvælstof, der ved de to højere temperaturer er overført til ammoniak og nitrat, synes her at være fastholdt i form af bakteriernes og andre mikroorganismers cellesubstans. Det kan iøvrigt bemærkes, at medens der ved 18—20° C og 30° C kun dannedes ubetydelige mængder ammoniakkvælstof, skete dette i ret påfaldende grad ved 5—10° C efter 30 dage; dog dannedes der ved denne temperatur også nitrat under hele forsøget, jævnt stigende mod dets slutning.

Tabel 8. Nitrifikationsforsøg nr. 3. — Staldgødning nr. 1 i jord ved forskellig temperatur*).

	Inkubation dage	Inkubationstemperatur					
		5—10° C		18—20° C		30° C	
		a	b	a	b	a	b
$(NO_3 + NH_4)N$, mg/kg, overskud over kontroljord uden gødning	0	7.6	7.6	7.6	7.6	7.6	7.6
	30	12.6	8.0	1.1	÷ 3.0	÷ 1.9	÷ 6.2
	59	10.4	8.9	11.7	6.9	11.0	21.4
	100	5.5	5.2	18.6	18.9	36.1	15.1
	176	÷ 3.2	14.8	26.9	31.3	41.8	32.5
% organisk gødnings-N mineraliseret	30	2.6	0.2	÷ 3.4	÷ 5.6	÷ 4.9	÷ 7.2
	59	1.5	0.7	2.1	÷ 0.4	1.8	7.2
	100	÷ 1.1	÷ 1.2	5.7	5.9	14.8	3.9
	176	÷ 5.6	3.7	10.0	12.3	17.8	13.0

*) Tallene for de to parallelforsøg er her anført p. g. a. den mindre gode overensstemmelse mellem parcellerne med tilsætning af gødning.

Kulsyreproduktionsforsøg.

Til yderligere belysning af det organiske stofs tilgængelighed i de forskellige gødningssorter anstilledes nogle kulsyreproduktionsforsøg efter *Petersens* (1926) metode i sand med 2 pct. lufttør gødning, podet med en opslemning af frugtbar havejord. Forsøgstemperaturen var 25° C, og der anvendtes 5 eller 6 parallelkolber; CO_2-bestemmelse udførtes med mellemrum på 1—2 dage i forsøgets tidligere, 3—4 dage i dets senere stadier. Efter den første periode på 4 uger blandedes sandet fra parallelkolberne, fordampet vand erstattedes, og forsøget fortsattes yderligere 3 eller 4 uger med kun 3 eller 4 parallelkolber, idet en del af sandet efter den første periode anvendtes til nitrat- og

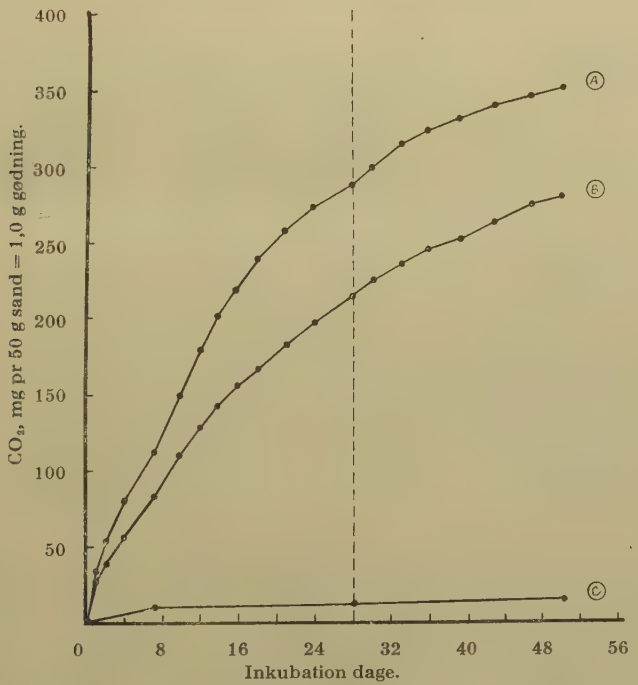


Fig. 4. — Produktion af kuldioxyd fra gødning A, gødning B, og kontrolsand uden gødning (C). (Den lodrette linie angiver blanding af prøverne og erstatning af fordampet vand). — Production of carbon dioxide from sand plus manures A and B, and control sand (C). Vertical line indicates mixing of replicate samples and restoration of water lost by evaporation.

ammoniakbestemmelser; disse gav dog ret intetsigende resultater, sandsynligvis på grund af ammoniakfordampning fra sandet, hvis reaktionstal lå omkring 8.0—8.5.

Resultatet af forsøgene med gødningerne A og B ses i fig. 4. Begge gødninger viser en i forsøgets begyndelse kraftig, derefter gradvis aftagende CO_2-udvikling, som er stærkest fra den lettest nitrificerbare gødning A. En beregning af den mængde kulstof, der er frigjort som CO_2 (overskud over kontrolsand uden gødning) viser:

	% gødningskulstof frigjort som CO_2			% org. N nitrificeret efter 62 dage
	0—28 dage	28—50 dage	ialt	
Gødning A.....	22.6	4.9	27.5	17—18
» B.....	16.7	5.3	22.0	10—11

Gødningerne nr. 1—4 forholdt sig noget anderledes, som vist i fig. 5. De to let nitrificerede gødninger nr. 1 og 2 udviser ligesom A og B en hurtig CO_2-produktion; derimod er CO_2-produktionen fra den langsomt nitrificerbare nr. 4 påfaldende svag gennem hele forsøget, og nr. 3 viser det samme i den første periode, men en stærk stigende CO_2-produktion imod forsøgets slutning, hvor der synes at være ophobet en mikroflora, der i særlig grad er egnet til at sønderdele de tungere omsættelige organiske bestanddele. En kimtælling på casein-agar efter forsøgets afslutning viste en påfaldende rigdom på *Micromonospora*-kolonier (1.2—1.6 mill./g), der i de andre gødninger kun optrådte sporadisk. En beregning af det som CO_2 frigjorte kulstof, under forudsætning af 52 pct. C i gødningens organiske stof, viste:

Gødning nr.	% gødningskulstof frigjort som CO_2			% org. N nitrificeret efter 82 dage
	0—28 dage	28—56 dage	ialt	
1.....	24.5	7.2	31.7	20.5
2.....	26.7	8.1	34.8	23.0
3.....	7.7	14.3	22.0	9.9
4.....	8.7	2.6	11.3	6.4

Der ses en tydelig korrelation mellem kulsyreproduktionen og nitrifikationen af organisk kvælstof efter 82 dage. Nedbrydningen af en større eller mindre fraktion af alle seks gødningers organiske stof i forsøgets første 4—8 uger svarer formentlig til

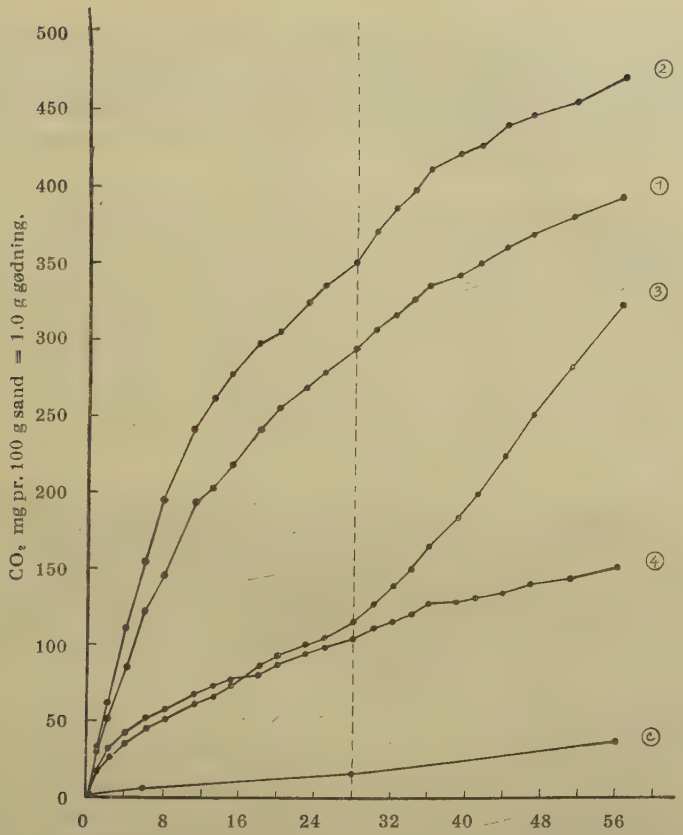


Fig. 5. — Produktion af kuldioxyd fra gødninger nr. 1—4 samt kontrolsand uden gødning (c). (Den lodrette linie angiver blanding af prøverne og erstatning af fordampet vand). — Production of carbon dioxide from sand plus manures No. 1-4, and control sand (c). — Vertical line as in Fig. 4.

den store formering af bakterier i samme tidsrum (fig. 1—3) og depressionen i mineralsk kvælstof efter 30—35 dage. Endvidere fremgår det af forsøgene, at det organiske kulstofs tilgængelighed for en stor del bestemmer, hvornår mineralisationen af kvælstoffet begynder, idet C:N-forholdet indsnævres desto hurtigere, jo hurtigere overskuddet af kulstof fjernes som kuldioxyd.

Sønderdeling af gødning ved renkulturer af mikroorganismer.

En del af de organismer, der viste tydeligst tegn på proteolytisk evne (klare zoner i den svagt mælkede casein-agar efter

3—6 dage) isoleredes fra kimtællingerne i nitrifikationsforsøg nr. 3 og prøvedes for deres evne til at nedbryde renprotein i forskellige gødninger. Nogle foreløbige forsøg gengives her, medens mere indgående undersøgelser er planlagt for en senere beretning.

Tre typiske proteolytiske organismer undersøgtes overfor staldgødningerne nr. 1—4. Kolber på 50 cc tilsattes 0.5 g lufttør gødning og 20 ml ledningsvand, steriliseredes ved autoklavering, podedes med de forskellige organismer og inkuberedes ved 25° C. Efter 3 og 10 uger bestemtes renprotein ved fældning med trikloreddikesyre. Tabel 9 viser resultaterne (gennemsnit af duplikatkulturer, undtagen de sterile kontrolkolber, der er repræsenterede ved 4—8 parallelbestemmelser).

Tabel 9. Sønderdeling af protein i staldgødning.

Gødning nr.	Organisme	Renprotein mg pr. kultur			% renprotein sønderdelt efter	
		i steril gødning	efter 21 dage	efter 70 dage	21 dage	70 dage
1	*Bac. mycoides*.....	7.56	6.72	6.67	11	12
	Str. griseus.....	—	6.21	5.49	18	27
	Micromonospora....	—	6.84	5.99	9.5	21
2	*Bac. mycoides*.....	8.89	7.23	6.79	19	24
	Str. griseus.....	—	6.73	6.00	24	33
	Micromonospora....	—	7.58	6.52	15	26
3	*Bac. mycoides*.....	9.32	8.05	8.06	14	14
	Str. griseus.....	—	7.87	7.27	16	22
	Micromonospora....	—	8.49	7.76	8.9	17
4	*Bac. mycoides*.....	9.18	8.24	7.80	10	15
	Str. griseus.....	—	7.85	6.79	15	26
	Micromonospora....	—	8.42	7.16	8.3	22

Alle tre organismer foranlediger en anselig proteinnedbrydning, der for den mest aktive arts *(Str. griseus)* vedkommende når en trediedel af renproteinet. Den langsomt voksende *Micromonospora* har efter 10 uger spaltet proteinet stærkere end den hurtigt voksende og overfor rene æggehvidestoffer stærkt proteolytiske *Bac. mycoides,* der var lidet fremtrædende i mikrofloraen under staldgødningsomsætning. Endelig ses, at den lettest

nitrificerbare og hurtigst CO_2-producerende gødning nr. 2 også undergår stærkest renproteinspaltning, medens de andre tre ikke indbyrdes udviser kendelige forskelligheder. Et større antal organismer prøvedes over for gødning nr. 2 med følgende resultat:

Organismegruppe		% renprotein sønderdelt efter 21 dage	70 dage
Bakterier (14 stammer)	Minimum	4.3	6.0
	Maximum	25.2	29.6
	Gennemsnit	14.7	18.7
Actinomyceter (7 stammer)	Minimum	16.1	17.6
	Maximum	28.3	31.9
	Gennemsnit	21.7	25.4

Evnen til at nedbryde gødningsprotein er således ret udbredt blandt de organismer, der formerer sig efter gødningstilsætning til jorden, og som helhed synes actinomyceterne noget mere virksomme end bakterierne. Dette står sandsynligvis i forbindelse med, at evnen til opløsning af bakterieceller (bakteriolyse), som repræsenterer en meget væsentlig del af staldgødningsproteinet, er særlig udbredt blandt actinomyceterne (*Welsch*, 1942). I intet tilfælde ses dog en »netto-spaltning« på mere end ca. 33 pct. af gødningsproteinet (plus en større eller mindre fraktion, der er indgået i de virksomme organismers cellesubstans), og det må erindres, at det her drejer sig om gødning steriliseret ved autoklavering, der i betydelig grad forøger bakteriesubstansens opløselighed (*Tai* og *van Heyningen*, 1951).

Parallelt med proteinsønderdelingen går der en nedbrydning af gødningens kvælstoffri bestanddele, af hvilke cellulose og lignin er de langsomst tilgængelige. Nogle actinomyceter samt en cellulosesønderdelende sporedannende bakterie (*»Cellulobacillus«*) og to stærkt cellulosesønderdelende svampe, *Mycogone nigra* og *Chaetomium* sp., der jævnlig iagttoges på agarpladerne, undersøgtes for deres evne til at nedbryde disse stofgrupper. Portioner på 1.0 g af staldgødning nr. 1 steriliseredes ved autoklavering i tør tilstand og overførtes sterilt til overfladen af 50 ml agar (0.75 pct.) i ledningsvand, stivnet i 250 cc mælkeflasker. Duplikatkulturer podedes med de pågældende organismer, og

Tabel 10. Sønderdeling af cellulose og lignin i staldgødning.

Organisme	% sønderdelt		Organisme	% sønderdelt	
	cellulose	lignin		cellulose	lignin
»*Cellulobacillus*« sp.	0	0	*Micromonospora* sp. 2.	33	(4)
Streptomyces griseus	7	0	*Micromonospora* sp. 5.	26	0
Streptomyces sp. 4	9	0	*Mycogone nigra*	37	(÷7)
Streptomyces sp. 6	23	9	*Chaetomium* sp.	20	0

efter 2 måneder ved 25° C udførtes bestemmelser af cellulose og lignin.

Af tabel 10 fremgår, at de to *Micromonospora*-stammer samt den ene *Streptomyces* har nedbrudt lige så meget cellulose som de stærkt cellulosesønderdelende svampe, og den sidste synes tillige at have angrebet det meget modstandsdygtige lignin, om hvis sønderdeling i agerjord forøvrigt meget lidt er kendt.

Oversigt.

Det organiske kvælstof i samtlige undersøgte gødninger viser sig at undergå en delvis nitrifikation i jorden, dog efter en forudgående aftagen i indholdet af mineralsk kvælstof, der falder sammen med en stærk formering af bakterier under sønderdeling af gødningens lettest omsættelige bestanddele og svarer til den af *Bengtsson* og *Barthel* (1935) iagttagne »salpeterdepression«. Også *Frode Hansen* (1929) fandt i markforsøg resultater der tydede på fastlægning af gødningens ammoniakkvælstof i de første måneder efter nedbringningen. Ved 25—30° C er nitrifikationen begyndt efter ca. 2 måneder; dens hastighed varierer betydeligt i de forskellige gødninger, men aftager ret hurtigt for de lettest nitrificerbare gødningers vedkommende, og i intet tilfælde nitrificeres i løbet af 9—10 måneder mindre end ca. 20 eller mere end ca. 33 pct. af det organiske kvælstof. »Eftervirkningsforsøgene« med periodisk udvaskning viser imidlertid, at processen på intet tidspunkt går i stå, men forløber asymptotisk.

De her omhandlede gødninger synes således at være adskilligt lettere nitrificerbare end de af Barthel og Bengtsson under-

søgte. Ganske vist anvendtes der her lufttørret og finmalet gødning i modsætning til frisk gødning i de svenske forsøg, hvor lufttørring i et enkelt tilfælde *(Bengtsson* og *Barthel,* 1935) i nogen grad fremmede nitrifikationen. Denne virkning gjorde sig dog først gældende i forsøgets 3.—4. år, ligesom det må bemærkes, at Bengtsson og Barthels gødning var tørret ved en ret høj temperatur (vandbad 14 timer, derefter tørreskab ved 55° C), hvilket muligvis har gjort det organiske kvælstof lettere tilgængeligt. Forskellen i inkubationstemperatur (ca. 20° C i Bengtsson og Barthels forsøg) kan i betragtning af den lange inkubationstid og de i tabel 8 fundne resultater næppe forklare forskellen. Derimod synes det organiske stof i de svenske gødninger forholdsvis kvælstoffattigt, idet der i to gødninger, hvor kulstofbestemmelser var udført *(Bengtsson* og *Barthel,* 1935, 1940) ses et forhold mellem kulstof og organisk kvælstof på 22—23:1 imod 18.8—19.2:1 i gødningerne A og B. (tabel 1). Denne forskel, som sandsynligvis afhænger af fodringen såvel som mængden af strømateriale, forklarer måske tildels forskellen i nitrifikationshastigheden.

I de her undersøgte gødninger synes imidlertid C:N-forholdet ikke at have stor indflydelse på nitrifikationen. I forsøg nr. 1 ses således gødning A at nitrificeres betydelig hurtigere end B, til trods for et kun ubetydelig snævrere C:N-forhold, og i forsøg nr. 2 finder man, hvis der regnes med 52 pct. kulstof i den organiske fraktion:

Gødning nr.	1	2	3	4
C:N	15.9	16.2	16.7	13.3
% org. N nitrificeret efter 82 dage	20.5	23.0	9.9	6.4

Der er altså netop et udpræget snævert C:N-forhold i den langsomst nitrificerbare gødning nr. 4, som udmærker sig ved et lavt cellulose- og pentosanindhold og et forholdsvis højt ligninindhold. Endvidere fremgår det af kulsyreproduktionsforsøgene, at der er en tydelig positiv korrelation mellem nitrifikationen og den almindelige nedbrydning af organisk stof målt ved kulsyreudviklingen, og begge disse processer ses til en vis grad at stå i omvendt forhold til indholdet af lignin i den organiske fraktion:

Gødning nr.	2	1	A	B	3	4
% organisk N nitrificeret efter 82 dage....	23	21	18*)	14*)	10	6
% gødningskulstof frigjort som CO_2 efter 28 dage.....	26.7	24.5	22.6	16.7	7.7	8.7
% lignin i organisk stof.....	20.7	22.4	18.6	22.8	25.5	29.9

*) Interpolerede værdier (sml. tabel 2).

Den aftagende nedbrydningshastighed med stigende ligninindhold skyldes efter alt at dømme dels binding af gødningens protein som ligno-proteinforbindelser, der i særlig grad synes modstandsdygtige mod mikrobiel sønderdeling *(Waksman,* 1938), dels ligninets beskyttende virkning overfor cellulosen *(Rege,* 1927; *Fuller* og *Norman,* 1943).

Medens ammoniakkvælstoffets tilgængelighed afhænger af gødningens C:N-forhold, som derfor er et brugbart kriterium for gødningens kvælstofvirkning i første år (Poulsen, 1950), bestemmes det organiske kvælstofs værdi (d. v. s. gødningens eftervirkning) åbenbart af andre faktorer, nemlig de forskellige organiske stofgruppers tilgængelighed for jordbundens mikroorganismer.

Sammenligner man de her fundne resultater med erfaringerne fra dyrkningsforsøg, forklarer nitrifikationsforsøgene ret tydeligt, hvorfor der ikke af hurtigvoksende planter, f. eks. kornafgrøder, i første år kan ventes udnyttelse af mere end staldgødningens ammoniakkvælstof, da nitrifikationen af det organiske kvælstof først begynder efter 1—2 måneder i laboratorieforsøgene, hvor betingelserne for stofnedbrydning er de gunstigst mulige, og forud for nitrifikationen går en periode, hvor en vis mængde mineralsk kvælstof fastlægges som mikrobesubstans under den livlige bakterieformering umiddelbart efter gødningstilsætningen. I mark- og karforsøg må denne periode ventes at have en noget længere udstrækning og indbefatte det tidsrum, hvor kornafgrøderne optager deres største kvælstofmængde. At kun en del af gødningens ammoniakkvælstof optages af havreafgrøder i første år *(Poulsen,* 1950) lader sig forklare dels gennem fastlægningen af noget kvælstof i de organismer, der nedbryder gødningens kulstofforbindelser, dels derigennem, at en yderligere mængde kvælstof assimileres af mikroorganismer i de voksende planters rodomgivelser, rhizosfæren *(Bartholomew* og *Clark,* 1950). Noget anderledes stiller forholdene sig, når der er

tale om afgrøder med længere kvælstofoptagelsesperiode, hvor der er en mulighed for, at mineralisationen af det organiske gødningskvælstof når at komme i gang; heri synes forklaringen at ligge på rodfrugtafgrøders, specielt kartoflers og kålroers, bedre udnyttelse af staldgødningskvælstoffet (*Iversen* og *Dorph-Petersen*, 1951). Det må imidlertid bemærkes, at denne eventuelle førsteårs-udnyttelse såvel som eftervirkningen foruden af klimatiske forhold og jordbundsbetingelser vil afhænge af gødningens i høj grad varierende tilbøjelighed til at undergå nitrifikation.

Summary.

On the Microbiological Decomposition of Farmyard Manure. I. Nitrification of the Organic Nitrogen Fraction in Soil.

The decomposition of the organic nitrogenous constituents in six different samples of farmyard manure was followed by periodical determinations of nitrate and ammonia in soil of low humus content, with addition of 150—300 p.p.m. manure nitrogen, during incubation for 10—12 months at 25° C. Counts of bacteria and actinomycetes were made at the same time as the chemical analyses.

All six manures showed nitrification of their organic nitrogen, but this was preceded by a minor depression in the content of mineral nitrogen that took place after 30—35 days and coincided with a maximum development of microorganisms. Nitrification commenced within 60—82 days when the numbers of bacteria were declining, and reached approximately 20 to 33 % of the organic nitrogen within 9 to 10 months when no further change in the nitrate content could be detected. Slow but continuous nitrification of the organic manure residues was, however, observed when the accumulated nitrate was removed by washing.

At 5—10° C no significant mineralization of organic manure nitrogen was noticeable after 6 months, although a slow nitrification of the soil nitrogen and the ammonia nitrogen of the manure took place. Apparently a considerable amount of nitrogen was locked up in the cell substance of bacteria which attained much higher numbers than at 20—30° C.

The rate at which nitrate formation proceeded from the time when nitrification commenced (approx. 2 months) varied considerably with the different samples of manure, and showed no apparent correlation with the C:N ratios of the materials, but seemed to depend on the availability of the various organic manure constituents to the general soil microflora. There was an obvious positive correlation

between the rates of nitrification and of carbon dioxide production, and some indication of a negative correlation between these processes and the percentage of lignin in the organic manure fraction:

Manure	2	1	A	B	3	4
% organic manure-N nitrified after 82 days	23	21	18	14	10	6
do. after 9—10 months	33	29	21	20	23	22
% manure-carbon liberated as CO_2 after 28 days	27	25	23	17	8	9
do. after 50—56 days	35	32	28	22	22	11
% lignin in organic matter of manure	21	22	19	23	26	30

The microflora that developed in the early stages of manure decomposition consisted largely of non-spore-forming rod-shaped bacteria capable of growth in artificial media (direct microscopic counts only 3—5 times as high as on agar medium). Actinomycetes *(Streptomyces* and *Micromonospora)* were never very numerous, but tended to become relatively prominent in the later stages of decomposition.

A number of bacteria and actinomycetes isolated from soil with manure addition were able to decompose up to 33 % of the protein in sterile manure within 10 weeks. As a whole the actinomycetes seemed somewhat more active than the bacteria; the strongest proteolysis was caused by *Streptomyces griseus.* Certain strains of *Streptomyces* and *Micromonospora* decomposed from 7 to 33 % of manure cellulose in two months; the most active strains were equal to vigorously cellulose-decomposing fungi *(Mycogone* and *Chaetomium).*

The results indicate that although the manures investigated here are more readily nitrifiable than those studied by Barthel and Bengtsson (which only showed nitrification of the organic fraction after two years or more), their organic nitrogen could under field conditions hardly become available to plants with a short growing season (e. g., cereals) during the first year after application. The fact that crops like swedes and potatoes utilize farmyard manure nitrogen better than cereals (Iversen and Dorph-Petersen, 1951) may be due to utilization of part of the organic nitrogen, of which the bulk however can only be expected to act through its residual effect in subsequent years.

LITTERATUR

Bach, Maria (1925) — Die Zersetzung des Stalldüngers im Boden und seine Ausnutzung durch Pflanzen. — Landw. Versuchsstat. 104: 245—284.

Barthel, C. (1918). — Bidrag till frågan om stallgödselkvävets nitrifikation i åkerjorden. I. — Centralanstalten för försöksväsendet på jordbruksområdet, Medd. No. 150.

Barthel, C. (1918). — Bidrag till frågan om stallgödselkvävets nitrifikation i åkerjorden. II. — Ibid., Medd. No. 172.

Barthel, C. og *Bengtsson, N.* (1926). — Bidrag till frågan om stallgödselkvävets nitrifikation i åkerjorden. V. — Ibid., Medd. No. 311.

Barthel, C. og *Bengtsson, N.* (1930). — Bidrag till frågan om stallgödselkvävets nitrifikation i åkerjorden. VI. — Ibid., Medd. No. 382.

Barthel, C. og *Bengtsson, N.* (1931). — Bidrag till frågan om stallgödselkvävets nitrifikation i åkerjorden. VII. — Ibid., Medd. No. 396.

Barthel, C. og *Bengtsson, N.* (1931 b). — Bidrag till frågan om stallgødselkvävets nitrifikation i åkerjorden. VIII. — Ibid., Medd. No. 400.

Barthel, C. og *Bengtsson, N.* (1934). — Bidrag till frågan om stallgödselkvävets nitrifikation i åkerjorden. X. — Ibid., Medd. No. 442.

Bartholomew, N., og *Clark, F. E.* (1950). — Nitrogen Transformation in Soil in Relation to the Rhizosphere Flora. — Trans. Fourth Int. Congr. Soil Sci. Amsterdam, II: 112—113.

Bengtsson, N. og *Barthel, C.* (1935). — Bidrag till frågan om stallgödselkvävets nitrifikation i åkerjorden. — Centralanstalten f. försöksv., Medd. No. 454.

Bengtsson, N. (1936). — Sönderdeling af cellulosa, pentosaner och lignin i jord. — Lantbrugshögskolans Annaler, 3:1—48.

Bengtsson, N. (1938). — On the Determination of lignin by the Tioglycolic Acid Method. — Ibid., 5:61—69.

Bengtsson, N. og *Barthel, C.* (1940). — The Decomposition of the Organic Compounds in Barnyard Manure. — Ibid., 8:55—69.

Bondorff, K. A. (1946). — Om Humusbestemmelse i Jord. — Tidsskrift f. Planteavl, 50:138—149.

Broadbent, F. E., og *Norman, A. G.* (1947). — Some Factors Affecting the Availability of Organic Nitrogen in Soil. — Proc. Soil Sci. Amer., 11:264—267.

Fuller, W. H., og *Norman, A. G.* (1943). — Cellulose Decomposition by Aerobic Mesophilie Bacteria from Soil. III. The Effect of Lignin. — J. Bact., 46:291—298.

Glathe, H. (1927). — Die Heissvergärung des Stallmistes nach H. Krantz. — Landw. Versuchsstat., 107:65—129.

Hansen, Frode (1929). — Undersøgelser over Kvælstofomsætningen i Agerjord. II. Tidsskr. f. Planteavl, 35:713—753.

Iversen, Karsten, og *Dorph-Petersen, K.* (1951). — Forsøg med staldgødning og kunstgødning ved Askov 1894—1948. — Tidsskr. f. Planteavl, 54:370—538.

Jenkins, S. H. (1930). — The Determination of Cellulose in Straw. — Biochem. J., 24:1428—1432.

Jensen, H. L. (1931). — The Microbiology of Farmyard Manure Decomposition in Soil. I. — J. Agric. Sci., 21:38—82.

Jensen, H. L. (1936). — Contributions to the Microbiology of Australian Soils. IV. — Proc. Linn. Soc. N. S. W., 61:27—55.

Jensen, H. L. (1939). — Contributions to the Microbiology of Australian Soils. V. — Ibid., 64:603—608.

Jones, P. C. T., og *Mollison, J. E.* (1948). — A Technique for the Quantitative Estimation of Soil Microorganisms. — J. Gen. Microbiol., 2:54—69.

Lindhard, J. (1944). — Undersøgelser over Staldgødningens Omsætning i Jorden maalt ved Kuldioxydproduktionen. — Nordisk Jordbrugsforskning 1944:186—198.

Olsen, Carsten (1929). — Om den analytiske Bestemmelse af Ammoniak i Jord og om Jordbundens Adsorptionsevne overfor Ammoniak. — Medd. fra Carlsberg-Laboratoriet, 17, Nr. 15.

Petersen, Erik J. (1926). — Undersøgelser over Forholdet mellem Jordens Kulsyreproduktion, kemiske Tilstandsform og mikrobiologiske Aktivitet. — Tidsskr. f. Planteavl, 32:625—672.

Poulsen, J. Find (1950). — Om kriterier for staldgødningens kvælstofvirkning. — Ibid., 53:557—621.

Rege, R. D. (1927). — Biochemical Decomposition of Cellulosic Materials with Special Reference to the Action of Fungi. — Ann. Appl. Biol., 14:1—44.

Russell, E. J. (1950). — Soil Conditions and Plant Growth (8. Udg. v. E. W. Russell; Longmans, Green & Co., London).

Scheibe, K. (1929). — Untersuchungen über Abbau und Wirkung der im Stalldünger enthaltenen Stickstoff- und Kohlenstoffverbindungen. — Landw. Versuchsstat., 108:61—114.

Tai, T. Y., og *van Heyningen, W. E.* (1951). — Bacteriolysis by a Species of Streptomyces. — J. Gen. Microbiol., 5:110—120.

Thorbeck, Grete (1945). — Om kvantiativ Bestemmelse af Proteinstoffer, Polypeptider og Aminosyrer i vore Fødemidler. — Beretning fra Forsøgslaboratoriet nr. 215:45—82.

Waksman, S. A., og *Gerretsen, F. C.* (1931). — Influence of Temperature and Moisture upon the Nature and Extent of Decomposition of Plant Residues by Microorganisms. — Ecology, 12:33—60.

Waksman, S. A. (1938). — Humus. (2. Udg., Williams & Wilkens Co., Baltimore).

Waksman, S. A. (1950). — The Actinomycetes. (Chronica Botanica Co., Waltham, Mass.).

Welsch, M. (1942). — Bacteriostatic and Bacteriolytic Properties of Actinomycetes. — J. Bact., 44:571—588.

Forsøg med beskæring af æbletræer.

Ved **Hans Christensen.**

452. beretning fra Statens Forsøgsvirksomhed i Plantekultur.

Ved Blangstedgaard har der siden 1919 været udført forsøg med beskæring af æbletræer. Formålet med forsøgene har været at belyse beskæringens indflydelse på såvel træernes vækst som bæreevne og frugtens kvalitet. Foreløbige resultater fra disse forsøg er givet i 241. meddelelse fra Statens Forsøgsvirksomhed i Plantekultur. Hovedresultaterne meddeles i nærværende beretning. Beretningen er udarbejdet af forstander *Hans Christensen,* Hornum, der som assistent ved Blangstedgaard forberedte opgørelsen.

Forstanderne ved Statens Forsøgsvirksomhed i Plantekultur.

Beretningen omfatter resultaterne af nedennævnte forsøg:

A. Forsøg med beskæring af æbletræer fra 1919—45.

B. Forsøg med grenudtynding og videre årlig beskæring af ældre æbletræer 1932—43 (forsøget indlagt i sorts- og grundstammeforsøg med vinteræbler).

Forsøgene er udført på svær lerjord i god gødningskraft og med omtrent neutral reaktion. I forsøgsperioden er gennemført en almindelig renholdelse af jorden ved harvning og skufning mellem og under træerne. Ved midsommer er jorden tilsået med en dækafgrøde som gul sennep, spergel o. l., der nedpløjes ved skrælpløjning i løbet af efteråret og vinteren. Sygdomsbekæmpelsen er gennemført ved sprøjtning eller pudring, alt efter som man har fundet det mest hensigtsmæssigt for at holde træerne sunde og frugten fri for svampe- og insektangreb.

A. Forsøg med beskæring af æbletræer 1919-45.

Forsøget blev anlagt efter følgende plan.

1. Ingen tilbageskæring ved plantningen og ingen senere beskæring.

2. Tilbageskæring af årsskud til ca. 30 cm umiddelbart forud for plantningen. Senere ingen beskæring.
3. Tilbageskæring af årsskud til ca. 30 cm umiddelbart forud for plantningen. Senere beskåret hvert træ på den måde, at de skud, som skulle danne ledegrene, blev studset til ca. ⅔ længde. Sideskuddene blev skåret på kort spore over 3 à 4 knopper til 1931. Fra 1931 blev der skåret på lang spore over 6 à 8 knopper.

Da der faktisk ingen forskel er på forsøgsled 1 og 2, har man fundet det hensigtsmæssigt ved opgørelserne at slå disse to forsøgsled sammen under betegnelsen ubeskåret.

I forsøget anvendtes følgende 3 sorter: Purpurrød Cousinot på vildstamme, Beauty of Kent (Springrove Codlin) og Husmoder (Bellefleur de France) på M. IV.

Purpurrød Cousinot har tynde, slanke grene og skud og ret tæt vækst. Husmoder har tykkere, stive grene og skud og mere åben vækst, medens Beauty of Kent nærmest står midt mellem de to sorter med hensyn til kronbygning og voksemåde.

Afstanden mellem træerne var ved plantningen i foråret 1919 4,5 × 5 m. Første rydning (hveranden række) foretoges vinteren 1929—30 og anden rydning (hvertandet træ i de tilbageblevne rækker) vinteren 1935—36, hvorefter træafstanden var 9 × 10 m indtil forsøgets afslutning i 1945. For at sikre træerne en god start blev alle fremkomne blomster fjernet somrene 1919 og 1920. Fra 1921 fik træerne lov til at bære frugt, men først fra 1925 begyndte en regelmæssig frugtbæring.

Gødning, kultur og jordbundsforhold har været så ens for de forskellige forsøgsled som muligt.

Sorten Purpurrød Cousinot tog del i forsøget indtil 1936, da den som mellemplantning blev ryddet.

Frugtudbyttet. Af tabel 1 fremgår det, at beskæring af æbletræerne forsinker bæringen ret betydeligt. Udbyttet har de første 4 år for begge forsøgsled været så ringe, at disse 4 år er blevet slået sammen i een periode. De øvrige høstår er slået sammen i toårige perioder.

Som det ses af tabellen er der temmelig stor forskel på de forskellige sorter. Således har Husmoder i hele forsøgs-

Tabel 1. Gennemsnitsfrugtudbytte.

Periode	kg pr. træ						Forholdstal, ubeskåret = 100		
	Husmoder (M. IV)		Beauty of Kent (M. IV)		Purpurrød Cousinot (vildst.)		Husmoder (M. IV)	Beauty of Kent (M. IV)	Purpurrød Cousinot (vildst.)
	ube-skåret	be-skåret	ube-skåret	be-skåret	ube-skåret	be-skåret	beskåret	beskåret	beskåret
1921—24	0.7	0.3	0.7	0.4	1.8	1.2	43	57	67
1925—26	25.4	14.4	14.3	11.9	21.7	18.2	57	83	84
1927—28	39.4	23.3	19.8	13.6	29.4	23.0	59	69	78
1929—30	84.7	61.3	59.4	51.8	67.2	55.7	72	87	83
1931—32	97.8	52.0	37.3	25.6	100.7	79.5	53	69	79
1933—34	187.1	143.8	124.7	125.8	132.5	115.2	77	101	87
1935—36	179.2	155.2	125.3	175.0	81.0	99.8	87	140	124
1937—38	258.0	190.9	187.6	180.5			74	96	
1939—40	217.8	181.5	214.7	236.2			83	110	
1941—42	187.7	147.3	187.6	224.2			78	120	
1943—44	220.2	140.5	178.9	250.4			64	140	
1945	77.3	222.2	362.6	350.0			287	97	
1921—45	123.0	97.7	106.6	117.6			79	110	
1921—36					54.5	49.2			90

perioden givet betydelig mere frugt på ubeskårne træer end på beskårne, hvorimod der hos Purpurrød Cousinot er en forholdsvis lille forskel i udbyttet fra beskårne og ubeskårne træer. Når træerne har nået en vis alder, synes det, som om Beauty of Kent giver mere på beskårne end på ubeskårne træer.

Det større udbytte, Husmoder giver på ubeskårne træer, kommer så klart frem, fordi man ved at anføre udbyttetallene i gennemsnit pr. år af toårige perioder stort set udligner de forskelle, der fremkommer som følge af hvertandetårsbæringen. Udbyttet af de ubeskårne træer i 1945 viser da også, at hvertandetårsbæringen har gjort sig gældende, idet dette tal er unormalt lavt i forhold til gennemsnitstallene af de toårige perioder. Hvis man ser på gennemsnitsudbyttet pr. træ pr. år i perioden 1921—45, ligger udbyttet for ubeskårne træer på 123,0 kg, medens beskårne træer kun giver 97,7 kg, hvilket giver en forskel på 25,3 kg pr. træ, eller udtrykt i forholdstal 100 mod 79.

For Beauty of Kent's vedkommende har forskellen været mindre stærkt udtalt. Udbyttet her har de første år været størst på ubeskårne træer, men efterhånden som træerne bliver ældre, udlignes forskellen, således at de beskårne træer gennem de senere perioder giver et lille merudbytte. Således har gennemsnitsudbyttet pr. træ pr. år for hele forsøgsperioden 1921—45 været 106,6 kg for ubeskårne og 117,6 kg for beskårne træer, en forskel på 11,0 kg pr. træ pr. år i merudbytte for beskårne træer, eller udtrykt i forholdstal 100 mod 110.

Purpurrød Cousinot har ligesom Beauty of Kent de første år givet mest på ubeskårne træer. Desværre hindrer rydningen af træerne i 1936 en vurdering af udbyttet gennem hele forsøgsperioden. Det større udbytte for beskårne træer i forsøgets sidste periode tyder på, at denne sort i lighed med Beauty of Kent, når træerne bliver ældre, giver det største udbytte på beskårne træer.

Beskæringen synes ikke at have haft nogen indflydelse på træernes hvertandetårsbæring. Udbyttevariationen fra år til år er lige så udpræget for de beskårne som for de ubeskårne træer.

F r u g t s t ø r r e l s e n : Gennem hele forsøgsperioden er frugtstørrelsen angivet ved 100 stk. vægt. Denne viser — trods de store svingninger i udbytte fra år til år — at frugten hele

tiden har været størst i de beskårne træer. Men der er svingninger i frugtstørrelsen efter sort og træernes alder.

Tabel 2. Vægt i kg af 100 frugter 1921—45.

	Husmoder (M. IV)		Beauty of Kent (M. IV)		Purpurrød Cousinot (vildstamme)	
	ubeskåret	beskåret	ubeskåret	beskåret	ubeskåret	beskåret
Gennemsnit pr. år	12.5	13.5	11.8	14.2	4.8	5.6
Forholdstal.....	100	108	100	120	100	117

Tabel 2 viser de enkelte sorters frugtstørrelse angivet i kg pr. 100 frugter. Mindst forskel i frugtstørrelsen finder man hos Husmoder, hvor 100 stk. vægten for beskårne træer har været 13,5 kg mod 12,5 kg for ubeskårne træer. For de to andre sorter er frugten betydelig større på beskårne end på ubeskårne træer. 100 stk. vægten for Beauty of Kent er således 14,2 kg (fra beskårne) og 11,8 kg (fra ubeskårne træer), medens de tilsvarende tal hos Purpurrød Cousinot er henholdsvis 5,6 og 4,8 kg. Omregnes dette til forholdstal, og man sætter frugtstørrelsen fra ubeskårne træer = 100, er de for beskårne træer af Husmoder = 108, Beauty of Kent = 120 og Purpurrød Cousinot = 117. Frugtudtynding er ikke anvendt.

N e d f a l d s f r u g t : Mængden af nedfaldsfrugt har været stærkt svingende gennem årene, både for beskårne og ubeskårne træer. Dette skyldes sikkert ikke blot mere eller mindre ugunstige vejrforhold i efterårstiden, men i væsentlig grad også hvertandetårsbæringen. Træer, der kun bærer nogle få kg frugt, får let en meget høj nedfaldsprocent, dels fordi det enkelte æble procentvis betyder forholdsvis meget, men måske endnu mere,

Tabel 3. Nedfaldne frugter i procent 1925—45.

	Husmoder (M. IV)		Beauty of Kent (M. IV)		Purpurrød Cousinot (vildstamme)	
	ubeskåret	beskåret	ubeskåret	beskåret	ubeskåret	beskåret
Gennemsnit pr. år	12	10	8	9	14	14
Forholdstal.....	100	83	100	113	100	100

fordi frugten på træer med få frugter modner tidligere end frugten på træer med normal frugtmængde. Af tabel 3 fremgår det, at ubeskårne træer af Husmoder i gennemsnit for alle årene har haft 12 pct. nedfaldsfrugt mod 10 pct. fra de beskårne træer. For Beauty of Kent har forholdet været omvendt, henholdsvis 8 og 9 pct. Purpurrød Cousinot har ved begge behandlinger givet samme mængde nedfaldsfrugt, 14 pct. Ud fra dette kan det ikke afgøres, hvorvidt beskæring formindsker eller forøger mængden af nedfaldsfrugt. Det synes også her, som om det er sorternes specielle egenskaber, f. eks. evnen til at »holde på frugten«, der er afgørende.

Frugtens farve: Der er ikke foretaget nogen optegnelser over frugtens farve og udvikling iøvrigt, men udenlandske forsøg viser, at beskæring giver frugten en bedre dækfarve; idet frugt på beskårne træer hænger bedre for lys og luft end frugt på ubeskårne træer.

Tabel 4. Gennemsnitsvægt i kg pr. træ og forholdstal af fjernede grene og ryddede træer.

	Husmoder (M. IV)		Beauty of Kent (M. IV)		Purpurrød Cousinot (vildstamme)	
	ube-skåret	be-skåret	ube-skåret	be-skåret	ube-skåret	be-skåret
Fjernede grene pr. træ pr. år 1921—45	—	2.9	—	3.9	—	—
» » 1921—36	—	—	—	—	—	1.5
Vægt af træer ryddet:						
1929—30	125.4	86.3	66.2	54.7	66.4	48.7
Forholdstal	100	69	100	83	100	73
1935—36	—	—	—	—	182.7	152.6
Forholdstal	—	—	—	—	100	84
1945—46	465.3	275.2	327.2	409.8	—	—
Forholdstal	100	59	100	125	—	—

Træernes tilvækst: Tabel 4 viser en nøje sammenhæng mellem træernes størrelse og det totale udbytte. Efter første rydning, i 1929—30, var de ubeskårne træer i alle tilfælde de største, og de havde også indtil da givet det største udbytte. Ved forsøgets afslutning i 1945 var forholdet i et enkelt tilfælde ændret, idet sorten Beauty of Kent ikke længere var størst som

ubeskåret. Trævægten var fra ubeskåret og beskåret henholdsvis 327,2 og 409,8 kg. Frugtudbyttet var i dette tilfælde ligeledes størst fra de beskårne træer af denne sort. For Husmoder derimod var de ubeskårne træer ved rydningen stadig de største med henholdsvis 465,3 og 275,2 kg trævægt, og frugtudbyttet står i forhold til dette. Purpurrød Cousinot forholder sig ved rydningen i 1936 stadig som Husmoder med en gennemsnitstrævægt på 182,7 kg og 152,6 kg for henholdsvis ubeskårne og beskårne træer. Ved vejning af de i årenes løb ved beskæring fjernede grene viser det sig ganske naturligt, at den største grenmasse er fjernet fra de kraftigste træer, de, der ved rydningen havde den største vægt, d. v. s. Beauty of Kent, dernæst Husmoder, og mindst er der fjernet fra Purpurrød Cousinot, der også har haft den mindste tilvækst.

B. Forsøg med grenudtynding og videre årlig beskæring af ældre æbletræer 1932-43.

Også dette forsøg er omtalt i 241. meddelelse og omfatter:

1. Ingen beskæring
2. Årlig beskæring

} af tidligere ikke beskårne træer.

Forsøget blev anlagt i et ældre sorts- og grundstammeforsøg med vinteræbler, der omfattede 12 æblesorter på vildstamme, M. IV og M. V, plantet i 1919. Indtil beskæringsforsøgets begyndelse i 1932 blev der ikke foretaget nogen beskæring udover tilbageskæring efter plantningen. Træerne var ved udtyndingen i 1932 meget tætte med et meget stort antal ledegrene, der udgik fra omtrent samme sted på stammen som følge af den ved træernes plantning foretagne tilbageskæring uden senere regulering.

Plantagen, der omfatter sorterne Belle de Boskoop, Husmoder, Boiken, Bismarck, Cox's Orange, Beauty of Kent, Elmelund, Casseler Reinette, Blenheim Pippin, Pederstrup, Nonnetitte og Gul Graasten, blev efter høst 1931 delt i to parcelhold, hvoraf det ene fremdeles forblev ubeskåret. Det andet hold fik en meget kraftig grenudtynding, hvorefter vinterbeskæringen bestod i en svag indstudsning af ledegrene (højst ca ¼ af skuddets længde) og en indstudsning af de øvrige skud over 6—8 knopper. Forsøget var anlagt således, at begge parcel-

Tabel 5. Gennemsnitsfrugtudbytte i kg pr. træ pr. år, vildstamme, M. IV og M. V.

		Belle de Boskoop	Husmoder	Boiken	Bismarck	Cox's Orange	Beauty of Kent	Elmelund	Casseler Reinette	Blenheim Pippin	Pederstrup	Nonnetitte	Gul Graasten
Vildstamme													
1920—31....	u.	11.7	30.7	22.0	25.7	6.9	23.1	7.7	22.0	7.6	21.3	9.3	14.0
	b.	11.8	34.4	23.9	23.5	8.1	23.5	7.3	19.9	6.9	27.2	11.7	11.2
1932—33....	u.	43.2	170.7	149.7	116.0	13.0	116.6	41.7	109.9	32.1	98.2	40.2	137.9
	b.	69.8	146.8	125.6	102.3	25.1	110.1	47.9	82.0	41.0	88.3	53.3	114.0
1934—39....	u.	231.8	245.8	203.2	178.7	120.4	200.6	101.2	179.2	165.7	264.2	144.7	218.6
	b.	227.5	231.8	210.4	185.9	108.6	185.9	109.8	166.5	161.6	244.0	181.8	222.8
1934—43....	u.	239.4	254.5	214.8	179.7	129.1	203.9	94.9	168.5	190.5	262.3	157.7	211.5
	b.	235.3	235.7	252.5	192.9	110.7	190.4	111.5	164.4	168.8	240.4	218.3	234.7
M. IV													
1920—31....	u.	15.7	23.4	16.8	18.6	5.9	15.9	6.0	20.2	11.1	12.6	13.1	14.2
	b.	13.7	19.3	20.3	19.7	8.0	20.3	8.3	25.0	7.1	15.1	12.0	17.3
1932—33....	u.	68.0	85.1	83.9	61.3	22.2	79.7	41.5	90.8	32.9	70.6	46.4	96.1
	b.	60.2	62.9	69.5	53.2	30.3	84.2	48.9	93.3	40.4	72.8	51.3	83.1
1934—39....	u.	146.0	128.4	111.5	101.6	73.6	134.4	89.1	133.9	142.9	156.4	112.7	150.3
	b.	158.9	126.9	110.3	101.9	83.0	135.1	97.8	146.8	148.0	139.4	133.0	146.7
M. V													
1920—31....	u.	11.0	17.1	14.5	11.3	3.3	13.4	3.2	11.1	5.0	7.2	5.4	8.1
	b.	8.6	25.7	12.7	16.9	3.5	15.8	4.5	13.4	6.6	8.8	5.3	7.8
1932—33....	u.	47.7	96.2	101.2	78.1	7.2	58.5	24.2	73.5	38.6	55.2	31.8	79.9
	b.	57.5	106.5	68.7	76.2	17.7	75.7	30.8	77.5	25.2	56.1	33.2	86.0
1934—39....	u.	150.6	130.0	118.6	106.3	60.2	106.8	60.0	137.0	126.4	126.9	93.4	170.8
	b.	176.3	155.5	104.1	131.9	56.3	112.8	71.0	124.1	123.4	102.7	94.0	183.0

(fortsættes)

(Tabel 5 fortsat).

Forholdstal for udbytte. Ubeskåret = 100.

	Belle de Boskoop	Husmoder	Boiken	Bismarck	Cox's Orange	Beauty of Kent	Elmelund	Casseler Reinette	Blenheim Pippin	Pederstrup	Nonnetitte	Gul Graasten
Vildstamme												
1920—31.... b.	101	112	109	91	117	102	95	90	91	128	126	80
1932—33.... b.	162	86	84	88	193	94	115	75	128	90	133	83
1934—39.... b.	98	94	104	104	90	93	108	93	98	92	126	102
1934—43.... b.	98	93	118	107	86	93	117	98	89	92	138	111
M. IV												
1920—31.... b.	87	82	121	106	136	128	138	124	64	120	92	122
1932—33.... b.	89	74	83	87	137	106	118	103	123	103	111	87
1934—39.... b.	109	99	99	100	113	101	110	110	104	89	118	98
M. V												
1920—31.... b.	78	150	88	150	106	118	141	121	132	122	98	96
1932—33.... b.	121	111	68	98	246	129	127	105	65	102	104	108
1934—39.... b.	117	120	88	124	94	106	118	91	98	81	101	107

u. = ubeskåret gennem hele forsøgsperioden.
b. = beskåret fra 1932.

hold fik så ensartede voksevilkår som muligt. På trods heraf var der ved beskæringens begyndelse nogen forskel i udbyttet for de to parcelhold. I forsøget indgik i hvert parcelhold 3 fællesparceller af hver sort med tilsammen 12 træer på vildstamme, 6 på M. IV og 6 på M.V. Efter indskæring af ryddetræerne på M. IV og M. V i 1939 udgik disse af forsøget og ryddedes 1939—41, efterhånden som blivetræerne krævede pladsen. Efter ryddetræernes bortfald bestod hele forsøget af 12 træer på vildstamme af hver sort, og træafstanden var nu 9 × 10 m.

Frugtudbyttet: Frugtudbyttet har været meget varierende efter sort, grundstamme og behandling, samtidig med at hvertandetårsbæringen i høj grad har påvirket resultaterne i de enkelte år. I tabel 5 gives en oversigt over udbyttet i gennemsnit pr. træ pr. år for perioden indtil 1931, for overgangsårene 1932—33 samt for perioderne 1934—39 for alle 3 grundstammer og 1934—43 for vildstamme.

Medens der i det foran omtalte forsøg viste sig at være en ikke uvæsentlig forskel i udbytte for de ubeskårne og de beskårne træer, kan dette ikke siges at være tilfældet her. I mange tilfælde har der været tendens til, at udbyttet har været størst på de ubeskårne træer; men udbyttetallene ligger så nær hinanden, at man ikke med sikkerhed kan påstå, at den ene eller den anden behandling har været bedst.

Husmoder, som i førnævnte forsøg gav betydelig større udbytte på ubeskårne træer, har også her vist samme tendens, nemlig 254,5 kg mod 235,7 kg for beskårne træer på vildstamme i hele forsøgsperioden fra 1934—43. Husmoder på M. V har dog givet det omvendte resultat, nemlig 130,0 kg mod 155,5 kg for de beskårne. Således kunne man gå tallene igennem og komme til samme tildels modstridende resultat for næsten alle sorters vedkommende. Dog findes der enkelte sorter, om hvilke man med ret stor sikkerhed kan sige, at beskæring har givet merudbytte. Sorten Nonnetitte har på vildstamme givet henholdsvis 157,7 kg mod 218,3 kg for beskæring, på M. IV 112,7 kg mod 133,0 kg og på M. V 93,4 kg mod 94,0 kg. Også Gul Graasten har stillet sig forholdsvis gunstig overfor beskæring; men som i adskillige andre tilfælde har træerne på M. V givet et resultat modsat træer på vildstamme og M. IV.

Cox's Orange regnes normalt blandt de sorter, der bør beskæres. Det lille forsøg fra Spangsbjerg, som er omtalt i 241. meddelelse, bekræfter da også denne antagelse. I de her omtalte forsøg giver Cox's Orange derimod ikke positivt udslag for beskæring. Tallene er for vildstamme henholdsvis 129,1 kg mod 110,7 kg, for M. IV 73,6 kg mod 83,0 kg og for M. V 60,2 kg mod 56,3 kg for beskårne træer. Dette skyldes muligvis, at Cox's Orange mere end nogen anden af de i forsøget prøvede sorter på grund af den kraftige udtynding ved forsøgets begyndelse fik lange, bare grene med en lille dusk af tynde grene og kviste i toppen, hvilket utvivlsomt har reduceret antallet af frugtbærende grene uforholdsmæssig meget.

For at man skal have mulighed for at sammenligne høsten fra de to parcelhold fra plantningen i 1919 til beskæringsforsøgets begyndelse i 1932, er øverst i tabellen medtaget udbyttet fra de ubeskårne parcelhold (u) og fra de siden 1932 beskårne hold (b).

Frugtstørrelsen: Frugtstørrelsen findes angivet i kg pr. 100 frugter i tabel 6. Det fremgår heraf, at beskæringen i væsentlig grad har forbedret frugtens størrelse og derigennem dens kvalitet for alle sorter. Navnlig for sorter som Cox's Orange, Nonnetitte o. l. kan dette være af afgørende betydning, idet frugten uden beskæring af træerne let bliver for lille. For Cox's Orange på vildstamme er vægten af 100 frugter i henhold til tabellen steget fra 7,4 kg til 8,7 kg, på M. IV fra 7,3 til 9,0 og på M. V fra 7,8 til 9,6 kg på beskårne træer. For Nonnetitte på vildstamme er tallene henholdsvis 7,8 kg mod 8,9 kg, på M. IV 7,5 kg mod 8,7 kg og på M. V 6,4 kg mod 8,0 kg.

Nedfaldsfrugten: Der synes ikke i dette tilfælde at være nogen sikker sammenhæng mellem beskæring og procenten af nedfaldsfrugt. Tabel 7 viser nok en mindre forskel på de ubeskårne og de beskårne træer, men udslagene er usikre. Da nedfaldsprocenten påvirkes af mange forskellige faktorer, blandt andet mængden af frugt på det enkelte træ og den dermed varierende modningstid, er man ikke i stand til at afgøre, hvorvidt der måtte forekomme mere nedfaldsfrugt ved den ene eller den anden behandling, selv om tallene som helhed viser en lidt højere nedfaldsprocent for de beskårne træer.

Tabel 6. Vægt i kg af 100 frugter, gennemsnit pr. år, vildstamme, M. IV og M. V.

		Belle de Boskoop	Husmoder	Boiken	Bismarck	Cox's Orange	Beauty of Kent	Elmelund	Casseler Reinette	Blenheim Pippin	Pederstrup	Nonnetitte	Gul Graasten
Vildstamme													
1920—31....	u.	12.1	11.9	8.5	8.1	5.6	9.0	5.6	5.8	9.7	8.9	7.8	9.7
	b.	12.2	12.2	8.4	8.2	5.8	10.0	5.5	6.3	9.9	8.9	7.6	10.0
1934—43....	u.	13.0	10.9	8.9	8.9	7.4	11.3	11.5	8.4	11.7	10.7	7.8	11.0
	b.	14.3	12.6	9.6	9.8	8.7	15.1	13.0	7.9	14.7	11.7	8.9	12.6
M. IV													
1922—31....	u.	10.1	10.9	7.6	7.5	5.0	8.3	5.0	5.2	8.5	8.0	6.5	7.9
	b.	10.4	11.1	7.7	7.8	5.4	9.4	5.5	5.2	8.3	8.3	6.8	7.3
1934—38....	u.	12.4	10.9	9.5	9.8	7.3	15.8	10.1	9.2	12.1	9.7	7.5	10.6
	b.	12.2	13.4	9.5	11.9	9.0	14.9	10.4	8.8	13.5	10.5	8.7	13.1
M. V													
1922—31....	u.	10.5	11.0	7.6	7.7	5.6	7.9	4.8	5.3	9.1	7.5	6.4	8.8
	b.	10.7	11.3	7.6	7.6	5.4	8.9	4.6	5.3	8.9	7.8	6.5	9.0
1934—38....	u.	11.5	10.1	8.5	7.6	7.8	11.5	9.4	7.1	10.8	9.0	6.4	10.8
	b.	14.3	11.1	9.1	10.2	9.6	14.2	11.2	7.4	13.7	9.9	8.0	11.7

Tabel 7. Nedfaldne frugter i procent, vildstamme, M. IV og M. V.

	Belle de Boskoop	Hus-moder	Boiken	Bis-marck	Cox's Orange	Beauty of Kent	Elme-lund	Casseler Reinette	Blen-heim Pippin	Peder-strup	Nonne-titte	Gul Graa-sten
Vildstamme												
1934—43.... u.	8	12	10	10	12	8	18	7	12	9	17	20
b.	8	13	11	12	10	9	19	7	13	9	18	21
M. IV												
1934—39.... u.	7	15	6	9	10	8	13	5	11	7	18	24
b.	7	14	9	10	8	8	12	6	13	7	19	26
M. V												
1934—39.... u.	6	11	7	10	11	8	14	12	12	8	16	23
b.	7	12	8	12	8	7	14	8	13	7	18	23

Træhøjde og krondiameter: Tabel 8 angiver gennemsnitshøjde og -krondiameter for træer på vildstamme målt i 1942 og på M. IV og M. V målt i 1936. Der synes ikke at være større forskel mellem de to parcelhold; men det forholdsvis ringe antal år, som er gået fra beskæringens begyndelse til målingernes gennemførelse, kan muligvis være årsagen hertil.

Træstørrelsen: Tabel 9 giver gennemsnitsvægten af fjernede grene pr. træ for vildstamme, M. IV og M. V i overgangsårene 1932—33, for vildstamme i 1934—42 og for M. IV og M. V i 1934—38. Desuden giver den gennemsnitsvægten i kg pr. træ af hver sort på M. IV og M. V ryddet i 1938—40. Stort set gælder det, at vægten af de beskårne træer har været mindre end vægten af de ubeskårne træer. Dette forhold må utvivlsomt tilskrives den kraftige udtynding af kronen ved forsøgets begyndelse, idet træerne ikke i løbet af det korte åremål til rydningen i 1938—40 har formået at udligne den store forskel, som fremkom ved udtyndingen.

Oversigt

A. Forsøg med beskæring af æbletræer 1919—45.

Beskæringsforsøgene på Blangstedgaard i 1919—45 viser, at man ved beskæring af æbletræer som regel opnår et mindre totaludbytte end hvis man undlader beskæringen. Resultaterne er vanskelige at bedømme, navnlig fordi man midt i forsøgsperioden har skiftet beskæringsmetode — gået over fra kort til længere spore. Faktum er, at man samtidig hermed har fået et bedre udbytteresultat. Antagelig hænger dette både sammen med træernes tiltagende alder og den svagere beskæring. Træernes størrelse og frugtudbytte stemmer næsten altid overens. Jo større træet er, des større udbytte giver det. Endvidere er der sikre udslag for beskæringen på frugtens størrelse. Beskårne træer har altid givet de største frugter.

Resultaterne giver langt fra praktikeren svar på, om han skal beskære eller ej. Dette har vel heller ikke været ventet. Resultaternes værdi må ligge deri, at de viser beskæringens

Tabel 8. Træhøjde og krondiameter i m, gennemsnit pr. træ, vildstamme, M. IV og M. V.

		Belle de Boskoop	Hus-moder	Boiken	Bis-marck	Cox's Orange	Beauty of Kent	Elme-lund	Casseler Reinette	Blen-heim Pippin	Peder-strup	Nonne-titte	Gul Graa-sten
Højde:													
Vildst. 1942....	u.	5.7	5.9	5.3	4.5	5.6	5.6	5.5	5.3	5.6	5.4	6.0	6.5
	b.	5.4	5.7	5.1	4.4	5.2	5.7	4.7	5.4	5.6	4.8	5.7	6.0
M. IV 1936....	u.	4.2	4.7	3.2	3.0	3.5	4.2	4.1	3.9	4.6	3.9	4.3	4.6
	b.	4.0	4.1	3.1	2.8	3.5	4.2	3.9	4.7	4.4	3.8	4.6	4.7
M. V 1936	u.	4.4	5.0	3.9	3.6	3.7	4.1	4.3	4.4	4.7	4.4	4.5	4.9
	b.	4.5	4.6	4.1	3.8	3.3	4.1	4.2	4.4	4.4	3.9	4.8	5.4
Diameter:													
Vildst. 1942....	u.	8.9	9.5	6.2	6.9	7.5	8.0	7.7	7.3	9.2	7.3	8.1	9.3
	b.	8.8	9.3	6.3	6.4	7.5	7.9	7.0	6.7	8.9	7.2	7.8	8.9
M. IV 1936....	u.	7.0	7.6	4.6	4.8	5.6	6.0	5.4	5.6	7.2	5.4	6.0	8.0
	b.	7.0	6.6	4.6	4.8	5.8	6.2	5.6	6.2	7.0	5.6	6.4	7.8
M. V 1936	u.	7.2	7.4	5.4	5.4	5.4	5.8	5.0	6.0	7.0	5.4	5.8	8.0
	b.	7.2	7.8	5.4	5.8	5.2	6.6	5.0	6.0	6.6	5.6	6.4	8.4

Tabel 9. Gennemsnitsvægt i kg af fjernede grene og ryddede træer, vildstamme, M. IV og M. V.

		Belle de Boskoop	Husmoder	Boiken	Bismarck	Cox's Orange	Beauty of Kent	Elmelund	Casseler Reinette	Blenheim Pippin	Pederstrup	Nonnetitte	Gul Graasten
Fjernede grene pr. træ pr. år:													
Vildst. 1932—33	b.	28.8	37.1	14.3	14.8	16.7	23.3	11.9	16.5	19.3	14.2	20.3	35.3
M. IV 1932—33	b.	15.3	12.9	6.2	4.8	9.9	12.5	7.8	12.0	11.6	8.3	13.1	28.7
M. V 1932—33.	b.	18.8	20.3	9.3	12.6	5.8	14.4	10.4	14.8	14.0	8.4	12.9	29.1
Vildst. 1934—42	b.	5.6	6.0	3.3	2.9	6.9	4.7	1.5	2.9	4.5	1.5	4.2	5.7
M. IV 1934—38	b.	2.2	2.6	1.3	1.7	3.6	2.8	1.0	1.8	3.0	0.8	3.1	3.4
M. V 1934—38.	b.	2.2	3.1	2.1	2.3	2.5	3.0	1.2	1.8	3.4	0.9	3.7	3.8
Træer ryddet 1938—40:													
M. IV.....	u.	273.7	301.3	85.1	121.4	179.3	225.5	193.2	177.6	337.9	172.2	196.3	351.5
	b.	241.5	199.8	82.7	78.0	152.8	205.1	152.9	210.2	270.6	121.8	218.8	291.7
M. V.....	u.	277.4	322.4	114.3	139.0	191.5	215.1	180.5	246.6	362.8	191.8	229.0	411.6
	b.	286.8	281.3	133.8	153.3	160.2	203.4	155.3	220.4	307.0	121.4	272.7	407.3

egentlige virkning, nemlig at den virker fremmende på frugtstørrelsen. Desuden er man ved passende beskæring i stand til at opbygge et velformet og solidt træ, og frugtens farve bliver bedre.

I den nyere tid har beskæring og udtynding sikkert større økonomisk betydning end tidligere, idet kvaliteten af frugten nu oftest er vigtigere end kvantiteten.

B. Forsøg med grenudtynding og videre årlig beskæring af ældre æbletræer 1932—43.

Dette forsøg viser i lighed med forsøg A, at beskæring af frugttræerne som regel sænker det totale frugtudbytte. Dog har der været nogen forskel på de forskellige sorter og på samme sort på forskellige underlag. Frugten bliver betydelig større ved beskæring af træerne. Beskæring af frugttræerne synes ikke at have nogen indflydelse på mængden af nedfaldsfrugt eller på træernes hvertandetårsbæring.

Konservering af staldgødning med superfosfat.

1947—1950.

Ved **Karsten Iversen** og **K. Dorph-Petersen.**

453. beretning fra Statens Forsøgsvirksomhed i Plantekultur.

Nærværende beretning omhandler forsøg og undersøgelser til belysning af værdien af at indblande superfosfat i staldgødning med det formål at formindske tabet ved staldgødningens opbevaring. Karforsøgene er udført ved Statens Planteavls-Laboratorium, medens de øvrige forsøg og undersøgelser er foretaget på statens forsøgsstation ved Askov.

Beretningen er udarbejdet af forstander *Karsten Iversen* og afdelingsbestyrer *K. Dorph-Petersen, Askov.*

Forstanderne ved Statens Forsøgsvirksomhed i Plantekultur.

For at begrænse kvælstoftabet ved staldgødningens og ajlens opbevaring og anvendelse er der i årenes løb fremsat forslag om anvendelse af mange forskellige konserveringsmidler, f. eks.: Svovlsyre, superfosfat, gips, tørvejord, mælkesyre, valle m. v., men ingen af disse har fundet anvendelse i praksis.

Det teoretiske grundlag for fordampningen af ammoniak er for ajlens vedkommende behandlet af *S. Tovborg Jensen*, 1928—29 (1 og 2), der bl. a. har vist, at det er ajlens indhold af ammoniumkarbonat, som betinger det store kvælstoftab, samt at et stofs værdi som konserveringsmiddel beror på, om det er i stand til at fjerne karbonationerne.

Ved disse undersøgelser er det bl. a. vist, at en tilsætning af klorcalcium eller kalksalpeter kan binde ajlens ammoniak, således at tabet ved fordampning af ammoniak formindskes meget væsentligt. Tilsætning af superfosfat har en lignende virkning,

men hertil kræves, som også tidligere vist af *R. K. Kristensen,* 1913 (3), så store mængder superfosfat, at anvendelsen bliver uøkonomisk.

For den faste staldgødnings vedkommende er forholdene mindre klarlagt. Den friske gødning indeholder ingen — eller så godt som ingen — ammoniak, og det er den mængde ajle, der opsuges i strøelsen og blandes i gødningen, der i høj grad er afgørende for »staldgødningens« indhold af ammoniak.

Allerede i 1890-erne har forskellige tyske forskere vist, at superfosfat kan anvendes som konserveringsmiddel for staldgødning. Men denne fremgangsmåde fandt ingen anvendelse i praksis, bl. a. fordi man antog, at fosforsyren i superfosfatet ved blanding med den basiske staldgødning ville gå over i en for planterne tungt tilgængelig form.

I de senere år er såvel i U.S.A. som i Sverige og Finland foretaget en række undersøgelser over tilsætning af superfosfat til staldgødning.

Ved universitetet i Vermont har *A. R. Midgley & V. L. Weiser,* 1937 (4), behandlet spørgsmålet om ammoniaktabet i staldgødning tilsat forskellige former af superfosfat, og ud fra resultaterne anbefales det at strø superfosfat i grebningen for at binde ammoniakken, der ellers ville forurene staldluften. I et senere arbejde af *A. R. Midgley & D. E. Dunklee,* 1945 (5), anføres, at en blanding af superfosfat med staldgødning navnlig på stærkt fosfatbindende jorder synes at beskytte fosforsyren mod fastlægning i jorden, således at superfosfat indblandet i staldgødning er lettere tilgængelig for planterne end superfosfat blandet direkte i jorden. Det er her de samme forhold, der gør sig gældende, som når det efter amerikanske undersøgelser anbefales at radså superfosfat eller anvende granuleret superfosfat i stedet for den pulveriserede form. Jo finere superfosfatet fordeles, desto hurtigere fastlægges fosforsyren på de fosfatbindende jorder.

I en bulletin for praksis »Farm manure« fra Extension Service (*L. M. Turk & A. G. Wiedemann,* 1949, (6)) stilles spørgsmålet, om det kan anbefales at blande superfosfat i staldgødning. Svaret lyder her, at der ikke findes nogen metode til i praksis at blande superfosfat i staldgødning, som er tilstrække-

lig effektiv til at nedsætte kvælstoftabet i væsentlig grad. Den bedste metode at anvende superfosfat på er at radså dette sammen med såsæden eller i rækker tæt ved kornet. Hvor det er nødvendigt at anvende både superfosfat og staldgødning som f. eks. til varige græsgange, kan det anbefales at blande superfosfatet i staldgødningen ved at strø ½—1 kg superfosfat pr. ko pr. dag i grebningen bag køerne.

I Sverige har *O. Franck*, 1946 (7), refereret lignende undersøgelser fra Lanna Forsøksgård, hvor der ved indstrøning af superfosfat i grebningen i kostalden er opnået en »konservering« af 2 kg kvælstof pr. 100 kg superfosfat. Efter tyske undersøgelser anføres, at anvendelse af superfosfat så godt som helt ophævede kvælstoftabet ved udstrøning af gødningen, selv om den ikke blev nedpløjet straks.

O. Franck redegør for en opbevaringsmetode, den såkaldte »Hålsnäsmetode«, hvor der anvendes 6 kg 5 cm lang halmhakkelse pr. dyr og dag til opsugning af urinen. En indstrøning af 0.5 kg superfosfat pr. ko og dag synes at have »konserveret« 4 kg kvælstof pr. 100 kg superfosfat. Karforsøg udført i muldholdig »gyttjig lera« med stærkt sur reaktion (pH=4.1) og meget lavt laktattal (0.2) viste i havre meget store udslag for staldgødningen i sammenligning med kunstgødning med samme indhold af plantenæring.

I sammendrag anfører *O. Franck:* »Den enligt Hålsnäsmetoden erhållna gödseln tillför fosfornäringen i sådan form, att denna ej fastlåses i marken utan blir lätt tilgängelig för växterna. Vidare är kvävet så bundet, att det ej avdunstar även om gödseln ej nedmyllas omedelbart efter utspridningen.«

Det tilføjes dog, at yderligere forsøg og undersøgelser fremfor alt forsøg på forskellige jordtyper er nødvendige for at bedømme denne fremgangsmåde ved staldgødningens opbevaring og anvendelse.

I en nylig udsendt beretning om undersøgelser i Finland er *Armi Kaila*, 1950 (8), kommet til tilsvarende resultat som S. Tovborg Jensen og R. K. Kristensen, at der til konservering af ajlen skal tilføres så store mængder superfosfat, at anvendelsen ikke er økonomisk. En effektiv konservering af kvælstoffet i urinen vil kræve et tilskud af 5—7.5 pct. superfosfat, og hvis

den faste og flydende gødning opbevares sammen, kommer hertil 3.5—5 pct. af vægten af den faste gødning, og en tilfredsstillende løsning fås kun, når opbevaringen og spredningen af staldgødningen udføres omhyggeligt. 100 kg superfosfat kan ikke ventes at binde mere end 4 kg ammoniakkvælstof. Tilskud af superfosfat til staldgødningen kan kun anbefales på sure jorder, *indtil* granuleret superfosfat og redskaber til radsåning er til rådighed for finsk landbrug.

Ved sammenligning mellem staldgødningens opbevaring og anvendelse her i landet og andre lande må det stedse erindres, at vi her i landet opbevarer ajlen og staldgødningen hver for sig, medens man i de fleste andre lande bruger større mængder strøelse (halm eller tørvejord) og opbevarer den faste og flydende gødning samlet.

Til belysning af spørgsmålet om superfosfatets anvendelse til konservering af staldgødningen under danske forhold er der på forsøgsstationen ved Askov i årene 1947—50 foretaget en række undersøgelser, hvorom der i det følgende skal afgives beretning.

I. Laboratorieforsøg.

Som indledning til disse undersøgelser blev i november 1947 foretaget et laboratorieforsøg.

I forsøgsstationens almindelige mødding — bestående af ko-, heste- og svinegødning — blev udtaget en prøve på ca. 5 kg, der blev malet 2 gange på kødhakkemaskine. Indholdet af totalkvælstof var 0.49 pct., hvoraf 0.14 pct. var til stede som ammoniak. Af denne prøve blev afvejet 5 portioner à 1 kg, hvortil under omhyggelig blanding tilsattes henholdsvis 0, 1, 2, 4 og 6 pct. superfosfat. Herefter blev der af hver portion afvejet 9 portioner à 100 g, der blev fordelt på 9 tallerkener. Disse blev stillet på et loft ved en temperatur på 4—6°C., og efter henholdsvis 1, 2 og 4 dage blev 3 fællesprøver fra hver forsøgsled taget ind til analyse.

Resultatet af disse analyser, der omfatter bestemmelse af pH, total- og ammoniakkvælstof fremgår af omstående oversigt:

	pct. superfosfat tilsat staldgødningen				
	0	1	2	4	6
Reaktionsbestemmelse					
pH efter 1 døgn	8.9	8.8	8.2	7.6	6.3
» » 2 »	9.1	8.8	8.5	7.7	6.2
» » 4 »	9.4	9.0	8.6	7.9	6.2
Totalkvælstof, pct. tab					
efter 1 døgn	11	7	4	0	1
» 2 »	20	13	11	2	2
» 4 »	25	15	14	0	2
Ammoniakkvælstof, pct. tab					
efter 1 døgn	35	26	17	4	7
» 2 »	62	46	32	5	7
» 4 »	78	61	44	10	12

Med stigende tilsætning af superfosfat falder staldgødningens reaktionstal, der efter 1 døgn er 8.9 uden tilsætning mod 6.3 med 6 pct. superfosfat. Efterhånden stiger reaktionstallet ved de mindre tilsætninger af superfosfat.

Tabet af kvælstof og ammoniak er beregnet i pct. af gødningens oprindelige indhold af henholdsvis totalkvælstof og ammoniakkvælstof. Det ses, at tabet af kvælstof og navnlig af ammoniak går stærkt ned efter tilsætning af superfosfat.

Der er således ingen tvivl om, at indblanding af superfosfat i staldgødning kan begrænse fordampningstabet af ammoniak. Men det må fremhæves, at der her er tale om en meget intim blanding — en så omhyggelig blanding, som man aldrig tilnærmelsesvis opnår i praksis. Det fremgår tillige af tabellen, at der først ved en indblanding af 4—6 pct. superfosfat opnås en effektiv binding af staldgødningens indhold af ammoniak. For samtlige prøver iagttages en stigning i tabet af ammoniak med øget henliggetid.

Til yderligere belysning af dette forhold er senere efter en noget anden metodik foretaget en række undersøgelser over fordampningen af ammoniak fra staldgødning fra nogle af de i afsnit III omtalte opbevaringsforsøg.

Som eksempel anføres resultatet fra undersøgelsen af staldgødningen fra forsøg nr. 5. Det oprindelige indhold i gødningen

var 0.39 pct. total-kvælstof og 0.04 pct. ammoniak-kvælstof uden superfosfat og 0.38 pct. og 0.05 pct. efter iblanding af 2 pct. superfosfat i møddingen.

	Fordampningstab af ammoniak i pct. af oprindelig mængde efter						
	1	2	3	4	5	10	14 døgn
Uden superfosfat	13	23	33	42	48	56	57
med 2 pct. do.	6	10	16	22	28	38	39

Ligesom i ovennævnte forsøg har en blanding med 2 pct. superfosfat nedsat fordampningstabet til omkring halvdelen. Men det må også her bemærkes, at staldgødningen er findelt og blandingen foretaget meget omhyggeligt, idet begge gødningsprøverne er hakket på kødhakkemaskine, efter at de er udtaget af forsøgsmøddingerne, og inden dette forsøg er påbegyndt. Det fremgår tillige heraf, at fordampningstabet for begge de prøvede gødninger stiger med henliggetiden.

II. Staldforsøgene.

I vinteren 1947—48 udførtes der i en til forsøg indrettet stald to forsøg for at undersøge, hvilken indflydelse en udstrøning af superfosfat i grebningen bag køerne havde på staldgødningens og ajlens indhold af kvælstof. Forsøgsperiodernes længde var henholdsvis 42 og 28 dage.

Den anvendte forsøgsstald har plads til 4 dyr og er indrettet som en normal kostald, dog er der ajleafløb ud for hver ko, og afløbene er ført ud i spande, som står i en overdækket rende under rensegangen. Ved de omtalte forsøg blev stalden delt i to halvdele ved hjælp af en 40—50 cm høj mur, således at foder og gødning for de to hold à to køer kunne holdes adskilt. Der anvendtes superfosfat i grebningen i den ene halvdel, men ikke i den anden.

Som forsøgsdyr anvendtes 4 jerseykøer udvalgt af forsøgsstationens besætning, og der skiftedes dyr fra 1. til 2. forsøgs-

periode. De to hold sammensattes af køer, der var 3–4 måneder fra kælvningen, og således at mælkeydelsen var ret ens pr. hold. Mælken vejedes kun ved den almindelige kontrollering. Holdene fodredes fuldstændigt ens, og foderet bestod af kraftfoder, kålroer eller bederoer samt halm. Som strøelse anvendtes 1 kg halm, skåret i hakkelse, pr. dyr daglig.

For at sikre ens gødningsproduktion byttede de to hold køer plads hver 3½ døgn, således at hvert af holdene har givet gødning i lige lang tid i de to grebninger — henholdsvis med og uden superfosfat.

Der blev anvendt ½ kg almindelig pulveriseret 18 pct. superfosfat pr. ko daglig, og dette blev strøet i grebningen efter rensningen henholdsvis morgen og eftermiddag — ½ kg i grebningen bag 2 køer ad gangen. I første forsøgsperiode blev superfosfatet spredt over hele den 98 cm brede grebning, men da man i denne periode fik skyllet en stor part af superfosfatet ned i ajlespandene, blev dette imødegået i 2. periode ved at strø superfosfatet alene i den halvdel af grebningen, der var nærmest køerne.

Ved hver rensning blev gødningen fyldt i store spande, der opbevaredes på et køligt sted. For hver 3½ døgn blev den opsamlede gødning fra hver grebning vejet og blandet, hvorpå der udtoges analyseprøver, og gødningen blev fyldt i 2 forsøgsmøddinger til opbevaringsforsøg (omtales senere).

Ajlen, der som nævnt opsamledes i spande, blev vejet hver dag, og der udtoges analyseprøver. Fra den grebning, hvor der anvendtes superfosfat, skylledes en del af dette ud i ajlespandene, hvor det dannede et bundfald, der gjorde prøveudtagningen vanskelig.

Ved alt arbejde i stalden blev der taget forholdsregler for at undgå, at der kom superfosfat over i grebningen uden superfosfat. Der anvendtes to sæt spande til gødning, to sæt renseværktøj o. s. v., ligesom køernes ben blev gjort rene ved hver pladsbytning.

Forsøgene gav følgende resultater, der for overskuelighedens skyld er omregnet til kg pr. ko i 200 dage, d. v. s. en normal vinterstaldperiode.

Mængden af gødning og ajle var:

	1. forsøgsperiode		2. forsøgsperiode	
	gødning	ajle	gødning	ajle
Uden superfosfat	4164	1493	5017	1864
Med do.	4410	1479	5314	1828
Virkning af superfosfat	+246	÷14	+297	÷36

Denne forøgelse af vægten af den faste gødning skyldes dels superfosfatet og dertil antagelig også, at superfosfat har hæmmet fordampningen af vand fra gødningen.

Gødningens og ajlens procentiske indhold (vejet gennemsnit af alle analyser) fremgår af følgende oversigt:

	Procentisk indhold i vådt stof				
	tørstof	NH_3-N	total-N	P_2O_5	K_2O
1. forsøgsperiode.					
Staldgødning uden superfosfat	19.2	0.08	0.45	0.33	0.35
do. med do.	20.2	0.10	0.46	0.54	0.37
Ajle uden superfosfat	5.2	0.38	0.79	0.02	1.66
do. med do.	6.2	0.13	0.77	0.45	1.55
2. forsøgsperiode.					
Staldgødning uden superfosfat	20.2	0.10	0.55	0.36	0.39
do. med do.	20.8	0.11	0.56	0.58	0.41
Ajle uden superfosfat	4.9	0.78	1.05	0.04	1.64
do. med do.	5.2	0.68	1.09	0.21	1.66

Anvendelsen af superfosfat har naturligt bevirket en forøgelse både af staldgødningens og ajlens indhold af fosforsyre. Medens der ikke er væsentlig forskel i staldgødningens og ajlens indhold af totalkvælstof, giver indstrøningen af superfosfat sig navnlig udslag i et mindre indhold af ammoniak i ajlen. Dette står antagelig i forbindelse med, at *superfosfat hæmmer dannelsen af kulsur ammoniak.* Dette giver sig også udslag i *et formindsket fordampningstab af ammoniak i stalden og dermed i en »renere« staldluft.*

Når forskellen på ajlens indhold af ammoniak uden og med superfosfat er langt større i første end i sidste forsøgsperiode, må årsagen hertil sikkert søges i, at superfosfatet i første periode blev spredt over hele grebningen, således at en større part af

ajlen er kommet i berøring med superfosfatet end i sidste periode, hvor superfosfatet kun blev spredt i den halvdel af grebningen, der var nærmest køerne.

En beregning af *staldgødningens indhold i kg pr. ko* i 200 dage — vinteropsamlingstiden — giver herefter følgende resultat:

	kg pr. ko i 200 dage				
	tørstof	NH_3-N	total-N	P_2O_5	K_2O
1. forsøgsperiode.					
Staldgødning uden superfosfat	802	3.3	18.9	13.6	14.4
Ajle uden superfosfat	77	5.7	11.8	0.2	24.8
Ialt	879	9.0	30.7	13.8	39.2
Staldgødning med superfosfat	894	4.2	20.3	23.5	16.2
Ajle med superfosfat	91	1.9	11.4	6.7	22.9
Ialt	985	6.1	31.7	30.2	39.1
Virkning af superfosfat	+106	÷2.9	+1.0	+16.4	÷0.1
2. forsøgsperiode.					
Staldgødning uden superfosfat	1012	4.8	27.5	18.2	19.7
Ajle uden superfosfat	91	14.6	19.6	0.7	30.6
Ialt	1103	19.4	47.1	18.9	50.3
Staldgødning med superfosfat	1106	5.8	29.9	31.0	21.6
Ajle med superfosfat	94	12.4	19.8	3.8	30.4
Ialt	1200	18.2	49.7	34.8	52.0
Virkning af superfosfat	+97	÷1.2	+2.6	+15.9	÷1.7

Anvendelsen af 100 kg superfosfat pr. ko i 200 dage har som ventet forøget tørstofmængden i gødning og ajle med ca. 100 kg. Indholdet af ammoniak er gået ned med 1.2—2.9 kg, medens det samlede indhold af totalkvælstof i staldgødning og ajle er forøget med 1.0—2.6 kg. Det er således meget små mængder kvælstof, der er vundet ved at strø de 100 kg superfosfat i stalden. Indholdet af fosforsyre er steget med 15.9—16.4 kg. Når man ikke fuldt ud finder de 18 kg, der er tilsat i superfosfat, skyldes dette sikkert vanskeligheden ved at udtage en

gennemsnitsprøve af ajlen, idet superfosfatet danner slam, der hurtigt falder til bunds efter omrøringen.

Under danske forhold, hvor man har særligt afløb for ajlen, vil en udstrøning af superfosfat i grebningen bevirke, at en væsentlig del — mellem 1/4 og 1/3 — af superfosfatet skylles med ajlen og falder til bunds i slamkiste og ajlebeholder, hvor det vil danne et ret fast bundfald, der vanskeligt kan pumpes op og fordeles i marken.

Om man af hygiejniske hensyn — en »renere« luft i staldene — skal anvende superfosfat, er en anden sag, der ikke kan besvares ud fra denne undersøgelse.

III. Opbevaringsforsøg.

Den faste staldgødning fra de to foran omtalte forsøg blev efter hver udvejning ført til hver sin forsøgsmøddingkumme, der kan rumme ca. 1600 kg frisk staldgødning, og såvel vægttabet som staldgødningens indhold efter opbevaringen blev bestemt. Staldgødningen er opbevaret under tag, og den frasivede møgsaft er vejet og analyseret.

I 1. forsøgsperiode blev staldgødningen opsamlet fra 2. til 22. december 1947 og fra 6. til 26. januar 1948 og opbevaret til 3. april 1948, og i 2. periode blev gødningen opsamlet fra 6. april til 3. maj og opbevaret til 26. august 1948.

Resultatet af analyserne af staldgødningen dels ved indvejningen og dels ved udvejningen fremgår af følgende oversigt:

	Procentisk indhold i staldgødningen			
	uden superfosfat		med superfosfat	
	indvejning	udvejning	indvejning	udvejning
1. forsøgsperiode. (Vinteropbevaring).				
Tørstof	19.2	19.9	20.2	20.6
Ammoniakkvælstof	0.08	0.12	0.10	0.13
Totalkvælstof	0.45	0.47	0.46	0.48
Fosforsyre	0.33	0.36	0.54	0.58
Kali	0.35	0.36	0.37	0.39

	Procentisk indhold i staldgødningen			
	uden superfosfat		med superfosfat	
	indvejning	udvejning	indvejning	udvejning
2. forsøgsperiode. (Sommeropbevaring).				
Tørstof	20.2	21.8	20.8	22.5
Ammoniakkvælstof	0.10	0.18	0.11	0.20
Totalkvælstof	0.55	0.60	0.56	0.60
Fosforsyre	0.36	0.43	0.58	0.69
Kali	0.39	0.44	0.41	0.45

Under opbevaringen sker dels en frasivning af møgsaft dels en fordampning af vand fra møddingens overflade, således at det procentiske indhold af såvel tørstof som plantenæringsstof stiger. Den frasivede møgsaft udgjorde ved vinteropbevaringen 3.4—4.5 pct. og ved sommeropbevaringen 9.5—10.1 pct. af gødningens oprindelige vægt. Den stærkere omsætning i de varmere sommermåneder bevirker, at stigningen i staldgødningens procentiske indhold er større i 2. end i 1. periode, men bortset fra fosforsyre er der ikke væsentlig forskel på indholdet i den opbevarede gødning, enten der er tilsat superfosfat eller ikke.

Ud fra de anførte analyser og vægten af den indvejede og udvejede gødning + møgsaft kan opbevaringstabet bestemmes. Resultatet af denne undersøgelse fremgår af nedenstående.

Opbevaringstab i pct. af indvejet gødning

	vægttab	tørstoftab	kvælstoftab bortsivning	kvælstoftab fordampning
1. forsøgsperiode.				
uden superfosfat	8	5	2	4
med do.	8	5	1	2
2. forsøgsperiode.				
uden superfosfat	19	13	2	10
med do.	17	10	2	9

For kvælstoffets vedkommende angiver første kolonne, hvor stor en part af den oprindelige kvælstofmængde der genfindes i møgsaften, og forskellen mellem indvejet og udvejet i stald-

gødning + møgsaft regnes = fordampningstab, som anført i sidste talrække. Sommeropbevaringen i 2. periode har givet den største omsætning i gødningen — målt ved tørstofsvindet — og langt det største kvælstoftab. Som helhed har tilskuddet af superfosfat i stalden givet en lille formindskelse af kvælstoftabet — men forskellen er kun ringe og må vel antages at ligge indenfor forsøgsfejlens grænser.

Som supplement til disse forsøg er i 1948—50 gennemført ialt 10 forsøg med opbevaring af staldgødning, hvor tilskuddet af superfosfat er givet direkte i møddingkummerne. Forsøgene blev udført på forsøgsstationerne ved Askov og Lundgaard, og staldgødningen, der blev taget fra forsøgsstationernes almindelige besætning, bestod af en blanding af ko-, heste- og svinegødning. Gødningen blev opsamlet i løbet af 5—10 dage, blev blandet omhyggeligt og fordelt med portioner af 50 kg i hver forsøgskumme. I den ene blev der for hvert lag à 50 kg udstrøet 1 kg superfosfat. Den samlede vægtmængde pr. kumme var ved Askov 1600 og ved Lundgaard 1800 kg staldgødning.

To af forsøgene er udført i åbne møddingsteder, de øvrige under tag. Resultatet af disse undersøgelser fremgår af følgende oversigt:

Tab i pct. af staldgødningens oprindelige kvælstofmængde

Forsøg nr.	Opbevaringstid	uden superfosfat		med superfosfat	
		i møg-saft	fordamp-ningstab	i møg-saft	fordamp-ningstab
	møddinghus				
1. Lundgaard....	$^{13}/_{9}$—$^{17}/_{12}$ 1948	3	28	3	23
2. »	$^{11}/_{12}$-48—$^{30}/_{4}$-49	2	19	3	15
3. »	$^{12}/_{1}$—$^{13}/_{4}$ 1949	3	30	4	28
4. »	$^{20}/_{4}$—$^{29}/_{8}$ 1949	3	17	3	19
5. Askov	$^{25}/_{5}$—$^{20}/_{9}$ 1949	3	10	3	8
6. »	$^{13}/_{9}$-48—$^{29}/_{4}$-49	4	23	4	25
7. »	$^{28}/_{9}$-49—$^{24}/_{3}$-50	4	16	2	10
8. »	$^{6}/_{5}$—$^{5}/_{9}$ 1950	3	11	2	8
	åben mødding				
9. Askov	$^{25}/_{5}$—$^{20}/_{9}$ 1949	7	10	7	8
10. »	$^{6}/_{5}$—$^{5}/_{9}$ 1950	12	7	8	8
	Gennemsnit	4	17	4	15

Kvælstoftabet har varieret stærkt fra forsøg til forsøg efter opbevaringstiden — men sammenlignes fordampningstabet i de to forsøgsled, er forskellen ikke stor.

I 7 af forsøgene er tabet 2—6 pct. mindre for den med superfosfat konserverede gødning og i 3 af forsøgene 1—2 pct. større end for gødningen uden superfosfat.

Ved en indblanding af 2 pct. superfosfat i staldgødningen i møddingen er kvælstoftabet ved opbevaringen således gennemsnitlig gået ned fra 17 til 15 pct. Disse 10 forsøg, hvor superfosfatet er blandet i selve møddingen, giver således meget nær samme resultat som de to foran omtalte forsøg, hvor superfosfatet er strøet i grebningen bag køerne.

Konservering med ensilagesaft.

Efter forslag af professor *S. Tovborg Jensen* er der i januar-februar 1945 udført et lille forsøg med konservering af staldgødning med ensilagesaft, idet det måtte formodes, at tilsætningen af ensilagesaft måtte nedsætte staldgødningens reaktion og dermed formindske ammoniakfordampningen.

Forsøget er gennemført i 0.60 m høje saltglaserede rør med en indvendig diameter på 30 cm. Rørene var forsynet med cementbund og afløbsrør. Hvert »forsøgskar« rummer 25 kg staldgødning, og forsøget er gennemført med 3 fælleskar.

Forsøgsplanen for og resultatet af forsøget fremgår af nedenstående oversigt. Ensilagesaften — afløb fra en silo med roetop tilsat normal mængde A.I.V.-syre — havde et reaktionstal på 4.1 og en titreringsaciditet svarende til 0.14 n syre, hvilket er meget almindeligt for ensilagesaft.

Tilsætning til 25 kg gødning	Efter opbevaring i 23 dage			Fordampnings-tab i % af N
	pH	% NH_3-N	% total-N	
2 liter vand	8.6	0.10	0.46	6
2 » 1n A.I.V.-syre	7.8	0.12	0.47	3
2 » 2n » »	7.5	0.13	0.50	÷2
2 » ensilagesaft	8.4	0.11	0.47	6

En tilsætning af 2 liter ensilagesaft har ikke ændret staldgødningens reaktion eller indhold efter opbevaringen væsentligt. Afløbet af møgsaft er analyseret, og derefter er fordampningstabet i pct. af det oprindelige indhold af kvælstof i staldgødning beregnet og anført i sidste kolonne i oversigten.

Ligesom reaktionstallet har fordampningstabet været meget nær ens, enten der er tilsat 2 liter ledningsvand eller 2 liter ensilagesaft.

Kun de stærkere syrer (1 og 2 normal), fremstillet ved blanding af A.I.V.-syre i forholdet 1 : 12 og 1 : 6, har delvis eller helt kunnet forhindre fordampningen af ammoniak, hvilket antagelig skyldes, at tilsætningen af den stærke syre har standset den normale omsætning i staldgødningen.

Anvendelse af ensilagesaft til konservering af staldgødning vil herefter kræve meget store mængder saft. Hvis møgsaften ikke opsamles, vil dette bevirke et stærkt forøget udvaskningstab af staldgødningens indhold af kvælstof og kali.

IV. Karforsøg.

Der er som nævnt i indledningen fra flere sider fremsat den teori, at en indblanding af superfosfat i staldgødningen skulle bevirke, at fosforsyren i superfosfatet bliver lettere tilgængelig for planterne. Årsagen hertil skulle være, at indblandingen på samme måde som granulering eller radsåning bevirker, at fosfatet kun kommer i berøring med en mindre jordmængde og derfor ikke fastlægges eller bindes så hurtigt, som når superfosfatet finspredes, d. v. s., at fosforsyren i længere tid er let tilgængelig for planterne.

Til belysning af disse forhold er ved Statens Planteavls-Laboratorium i 1948, 1949 og 1950 gennemført 3 karforsøg, hvor der er foretaget sammenligning af:

a. alm. staldg.
b. alm. staldg. + supf. tilført hver for sig.
c. alm. staldg. + supf. blandet lige før tilførslen.
d. staldgødning, konserveret med supf.

Til forsøgene er udvalgt tre forskellige fosfatfattige sandjorder. Bestemmelse af reaktionstal samt fosforsyre- og kaliumtal i jordprøver før forsøgets anlæg gav følgende resultat:

	Rt	Ft	T_K
1948	7.0	3.7	—
1949	7.1	1.2	3.7
1950	6.1	2.3	5.5

Forsøgene er gennemført i standardkar (22 kg jord). Der er anvendt 6 fælleskar pr. forsøgsled. Karrene er grundgødet med kalium og mikronæringsstoffer, ligesom der er tilført $CaCO_3$ til ovennævnte reaktion. Afgrøderne var byg.

Staldgødningen er taget fra de foran omtalte opbevaringsforsøg. I 1948 er superfosfatet i den konserverede staldgødning udspredt i stalden, i 1949 og 1950 er superfosfatet udstrøet i møddingen under dennes opbygning.

Der er prøvet en tilførsel af henholdsvis 2 og 4 g kvælstof i staldgødning pr. kar, og det ekstra tilskud af superfosfat, der er tilført jorden eller blandet i staldgødning umiddelbart før anvendelsen, er afvejet i henhold til indholdet af fosforsyre i den konserverede staldgødning.

Forsøgsplanen såvel som resultatet af forsøgene opgjort i g tørstof (kærne og halm) pr. kar fremgår af tabel 1.

Tabel 1.
Karforsøg. Udbytte i g tørstof (kærne og halm) pr. kar.

Forsøgsled	g N i stg.	g tørstof pr. kar		
		1948	1949	1950
1. Ikke-staldgødning	0	55	28	37
2. Alm. staldgødning	2	107	57	70
3. do. + superfosfat i jord	2	106	56	69
4. do. + superfosfat blandet før anvendelse	2	110	45	71
5. Konserveret med superfosfat	2	112	52	84
6. Alm. staldgødning	4	149	68	87
7. do. + superfosfat i jord	4	149	69	94
8. do. + superfosfat blandet før anvendelse	4	148	63	99
9. Konserveret med superfosfat	4	154	63	119

Medens forsøgene i 1948 og 1950 gav gode vækstforhold, voksede bygget i 1949 meget dårligt til og stod hele sommeren med et lysegrønt (kvælstofmanglende) udseende. Årsagen hertil må søges i, at staldgødningen dette år havde et meget ringere indhold af ammoniak.

Tilførsel af 2 g kvælstof i staldgødning har alle år givet dobbelt så stort udbytte som de ikke-kvælstofgødede kar, ligesom der også iagttages en stigning i udbyttet, når kvælstofmængden øges fra 2 til 4 g pr. kar.

Udbyttet er derimod meget nær ens, enten staldgødningen anvendes alene, eller der gives tilskud af superfosfat i jorden, eller dette blandes i staldgødningen umiddelbart før anvendelsen. Indholdet af fosforsyre i staldgødningen har med andre ord været så stort, at yderligere tilskud af fosforsyre ikke har givet udslag i afgrødens størrelse.

Efter høst og tørring er afgrøden malet, og der er udtaget prøver til bestemmelse af indholdet af kvælstof og fosforsyre. Resultatet af en beregning af afgrødens optagelse i g pr. kar er meddelt i tabel 2.

Tabel 2.

Karforsøg. Afgrødens optagelse af kvælstof og fosforsyre, g pr. kar.

Forsøgsled	g N i stg.	Kvælstof, N			Fosforsyre, P_2O_5		
		1948	1949	1950	1948	1949	1950
1. Ikke-staldgødet	0	0.55	0.31	0.36	0.37	0.16	0.20
2. Alm. staldgødning	2	1.12	0.68	0.79	0.68	0.36	0.44
3. do. + supf. i jord	2	1.12	0.64	0.77	0.68	0.35	0.45
4. do. + supf. blandet før anvendelse	2	1.12	0.52	0.76	0.68	0.27	0.44
5. Konserveret med supf.	2	1.13	0.56	0.86	0.68	0.31	0.48
6. Alm. staldgødning	4	1.67	0.88	1.06	0.94	0.45	0.58
7. do. + supf. i jord	4	1.66	0.83	1.12	0.95	0.45	0.63
8. do. + supf. blandet før anvendelse	4	1.65	0.76	1.07	0.92	0.41	0.62
9. Konserveret med supf.	4	1.69	0.71	1.24	0.96	0.39	0.65

Med stigende tilførsel af staldgødning stiger såvel kvælstof- som fosfatoptagelsen i alle tre år, men indenfor de to afdelinger med 2 og 4 g kvælstof er forskellene små og usikre.

Til trods for, at der er udsøgt særlig fosfatfattige jorder, har ingen af disse været så fosfatfattige eller fosfatbindende, at afgrøderne har givet udslag for tilførsel af superfosfat.

Disse forsøg kan således ikke give svar på spørgsmålet, om superfosfat indblandet i staldgødning er lettere tilgængelig end superfosfat blandet direkte i jorden.

Det skal i denne forbindelse bemærkes, at de udenlandske forsøg, der giver udslag for indblanding af superfosfat i staldgødning, er gennemført på stive, stærkt fosfatbindende lerjorder, medens disse forsøg er gennemført med sandjord.

I 1948, men især i 1950 har den konserverede staldgødning givet et tydeligt større udbytte end den almindelige staldgødning, medens resultaterne er mere usikre i det dårlige vækstår 1949.

Årsagen til den bedre virkning af den konserverede staldgødning skyldes sikkert en kvælstof- og ikke en fosfatvirkning.

Det procentiske indhold i staldgødningen, såvel som det beregnede indhold af ammoniak fremgår af følgende:

	Staldgødningens indhold i pct.			
	uden superfosfat		med superfosfat	
	total-N	NH_3-N	total-N	NH_3-N
1948	0.465	0.117	0.475	0.131
1949	0.390	0.041	0.383	0.047
1950	0.431	0.108	0.435	0.131

	Gødning med 2 g N indeholder g NH_3-N	
1948	0.50	0.55
1949	0.21	0.24
1950	0.50	0.60

Der har således i alle årene været et større indhold af ammoniak i den konserverede end i den ikke-konserverede staldgødning.

I disse karforsøg synes det således i hovedsagen at være staldgødningens kvælstofvirkning — eller rettere det større indhold af ammoniak —, der har været afgørende for det lidt større udbytte, der er opnået for den konserverede staldgødning.

V. Sammendrag.

Gennem laboratorieforsøg er det vist, at en *omhyggelig* indblanding af superfosfat i staldgødning kan begrænse fordampningstabet af ammoniak fra staldgødningen. Der er bl. a. prøvet, om en indblanding af 0—6 pct. superfosfat kunne nedsætte for-

dampningstabet fra staldgødning, som var udspredt i et tyndt lag. Forsøget gav følgende resultat beregnet som tab i pct. af det oprindelige indhold af ammoniakkvælstof.

	pct. superfosfat tilsat staldgødningen				
	0	1	2	4	6
tab i pct. NH_3-N efter 1 døgn	35	26	17	4	7
» » » » 2 »	62	46	32	5	7
» » » » 4 »	78	61	44	10	12

Tabet går stærkt ned med stigende tilsætning af superfosfat, men fordampningstabet stiger med stigende henliggetid.

I en dertil indrettet stald er der ved hjælp af to ens hold køer undersøgt, hvilken indflydelse en udstrøning af ½ kg superfosfat pr. ko og dag i grebningen har på staldgødningens og ajlens indhold af kvælstof.

Ved anvendelse af 100 kg superfosfat pr. ko i 200 dage er indholdet af ammoniak i staldgødning og ajle gennemsnitligt formindsket med 2 kg, medens indholdet af totalkvælstof er forøget med 2 kg. Denne lille gevinst skyldes, dels at superfosfatet hæmmer dannelsen af ammoniumkarbonat, dels at det binder en del af ammoniakken. Disse forhold giver sig udslag i et formindsket fordampningstab af ammoniak i stalden og dermed i en renere staldluft.

Ifølge undersøgelser af *Frode Hansen* 1941 (9) kan fordampningen af ammoniak i stalden beregnes at andrage ca. 2 kg kvælstof pr. ko i 200 dage. Den i nærværende forsøg ved spredning af superfosfat i grebningen bag køerne fundne forøgelse af kvælstofindholdet i staldgødning og ajle svarer således meget nær til det af Frode Hansen påviste fordampningstab i stalden.

En udstrøning af superfosfat i grebningen, hvor man har afløb for ajlen, bevirker, at mellem ¼ og ⅓ af superfosfatet skylles væk med ajlen og falder til bunds i slamkiste og ajlebeholder, hvor det danner et ret fast bundfald, der er vanskeligt at pumpe op og fordele i marken.

Der er gennemført 10 opbevaringsforsøg, hvor i små forsøgsmøddinger (1600 kg) almindelig opbevaring er sammenlignet med konservering med superfosfat, tilført med 1 kg

pr. lag gødning à 50 kg. Ved denne foranstaltning er fordampningstabet under opbevaringen i gennemsnit dalet fra 17 til 15 pct. Ved indblanding af 100 kg superfosfat pr. 5000 kg staldgødning i møddingen er gennemsnitlig bundet ca. 0.5 kg kvælstof.

I tre karforsøg, udført ved Statens Planteavls-Laboratorium med tre forskellige fosforsyrefattige sandjorder, er undersøgt om fosfatet i superfosfat, indblandet i staldgødning, er lettere tilgængelig end i superfosfat blandet direkte i jorden. Staldgødningens indhold af fosforsyre har imidlertid været så stort, at yderligere tilførsel af superfosfat ikke har bevirket en forøgelse af afgrøden.

Den konserverede staldgødning har givet et lidt større udbytte end almindelig staldgødning. Årsagen hertil er ikke en fosforsyrevirkning, men den konserverede staldgødnings større indhold af ammoniak.

Efter disse undersøgelser kan det under danske forhold ikke betale sig at strø superfosfat i stalden eller møddingen for at formindske ammoniakfordampningen ved staldgødningens opbevaring.

Hvis man af hensyn til hygiejnen — »renere« staldluft — ønsker at anvende superfosfat i stalden, bør der træffes foranstaltninger, så superfosfatet ikke løber ned i ajlekummen.

Summary.

Preservation of Farmyard Manure with Superphosphate. (Experiments 1947-1950).

Laboratory experiments have shown that loss of ammonia by evaporation from farmyard manure be restricted by uniform mixing of the manure with superphosphate. An experiment where increasing amounts of superphosphate were added to farmyard manure spread into a thin layer showed the following results:

% loss of initially present NH_3-N by evaporation after	% superphosphate added to the manure: 0	1	2	4	6
1 day	35	26	17	4	7
2 »	62	46	32	5	7
4 »	78	61	44	10	12

The loss thus decreases strongly with increasing dose of superphosphate, but increases with the time of exposure.

The influence of superphosphate on the nitrogen content of solid and liquid manure was tested with two similar teams of cows in a special stable, where 0.5 kg superphosphate per cow and per day was scattered in the stable gutter. The use of 100 kg superphosphate per cow for 200 days caused an average decrease of ammonia nitrogen by approx. 2 kg, but an average increase of total nitrogen by approx. 2 kg. This small gain is due partly to inhibition of ammonia formation by the superphosphate, and partly to fixation of some of the ammonia. These phenomena result in a lessened evaporation of ammonia in the stable, and consequently a cleaner stable-air.

Investigations by Frode Hansen (9) have shown that the loss of ammonia by evaporation in the stable may be estimated at approx. 2 kg per cow in 200 days, a figure very close to the increase in nitrogen content of solid and liquid manure observed in the present experiments.

When superphosphate is scattered in a stable gutter with a drain for the urine, some 25 to 33 % of the superphosphate is washed away by the urine and settles in the sinks and liquid manure tank as a rather solid deposit which is difficult to remove and to distribute in the field.

Ten storage experiments were conducted in small experimental dungheaps (1600 kg) where manure without addition was compared with manure plus 1 kg superphosphate per layer of 50 kg manure. This treatment diminished the average evaporation loss of nitrogen during storage from 17 to 15 %. An average of approx. 0.5 kg nitrogen was fixed by adding 100 kg superphosphate to 5000 kg manure in the dungheap.

Pot experiments with three phosphate deficient sand soils were conducted at the State Laboratory of Plant Culture in order to test whether the phosphorus in superphosphate added to the farmyard manure is more readily available than in superphosphate added directly to the soil. The phosphate content of the manure, however, was so high that the extra addition of superphosphate did not result in any increased crop yield. The preserved manure gave a slightly higher yield than the untreated manure, but it should be emphasized that this is due to the higher content of ammonia in the preserved manure, and not to an effect of the phosphate.

The results show that under present conditions it will not be economic to apply superphosphate in the stable or the dungheap in order to diminish the evaporation of ammonia during the storage of the manure. If it is desired to use superphosphate in the stable for hygienic reasons (cleaner stable-air), measures should be taken against the superphosphate being conveyed to the liquid manure tank.

Litteratur.

1. *S. Tovborg Jensen:* Undersøgelser over Ammoniakfordampning i Forbindelse med Kvælstoftab ved Udbringning af naturlige Gødninger. I. Ajle. 211. Beretning fra Statens Forsøgsvirksomhed i Plantekultur. Tidsskrift for Planteavl. B. 34. 1928. s. 117—147.

2. *S. Tovborg Jensen:* Undersøgelser over Ammoniakfordampning i Forbindelse med Kvælstoftab ved Udbringning af naturlige Gødninger. II. Ajle. 221. Beretning fra Statens Forsøgsvirksomhed i Plantekultur. Tidsskrift for Planteavl. B. 35. 1929. s. 59—80.

3. *R. K. Kristensen:* Konservering af Ajle. Tidsskrift for Planteavl. B. 26. 1919. s. 485—490.

4. *A. R. Midgley* and *V. L. Weiser:* Effect of superphosphates in conserving nitrogen in cow manure. Vermont Agricultural Experiment Station. Bulletin 419. 1937.

5. *A. R. Midgley* and *D. E. Dunklee:* The availability to plants of phosphates applied with cattle manure. Vermont Agricultural Experiment Station. Bulletin 525. 1945.

6. *L. M. Turk* and *A. G. Weidemann:* Farm manure. Michigan Agricultural Experiment Station. Extension Bulletin 300. 1949.

7. *O. Franck:* En ny stallgödselvårdsmetod. Växt-Närings-Nytt. 1946. h. 5. s. 1—13.

8. *Armi Kaila:* Superfosfaatin käytöstä korjanlannan seassa. (Use of superphosphate with farm manure). Valtion Maatalouskoetoiminnan Julkaisuja. N:o 134. (Publication of the Finnish State Agricultural Research Board No. 134). 1950.

9. *Frode Hansen:* Undersøgelser over Mineralisering af Kvælstofforbindelser i Urin og Ekskrementer. Tidsskrift for Planteavl. B. 45. 1941. s. 401—419.

Opbevaringsforsøg med kartofler 1946–1950.

Ved **Frode Hansen.**

454. beretning fra Statens Forsøgsvirksomhed i Plantekultur.

I årene 1913—1917 udførtes under ledelse af forsøgsleder *L. Helweg* hos gårdejer *Jens Buhr*, Onsbjerg, Samsø og på Tylstrup forsøgsstation en række forsøg med opbevaring af kartofler, der er offentliggjort af *L. Helweg* og *F. Kølpin Ravn* i 119. beretning fra Statens Forsøgsvirksomhed i Plantekultur. Som fortsættelse af disse forsøg og under hensyntagen til de i mellemtiden i praksis indhøstede erfaringer planlagde forstander *Ejnar Knudsen*, Tylstrup en ny forsøgsrække med opbevaring i jordkuler og opbevaringshuse, der blev udført ved Tylstrup og Studsgaard i fire år. Resultaterne af disse forsøg forelægges i nærværende beretning, som er udarbejdet af forstander *Frode Hansen*, Studsgaard.

Forstanderne ved Statens Forsøgsvirksomhed i Plantekultur.

Beretningen omfatter følgende afsnit:

		Side
I.	Indledning	303
II.	Forsøgsplan og forsøgenes gennemførelse	305
III.	Kartoflernes temperatur i kuler og opbevaringshuse	307
IV.	Kulsyreindhold i luften mellem kartoflerne	311
V.	Opbevaringstab	313
	English Summary	318

I. Indledning.

Formålet med de i 1913—1917 udførte forsøg med opbevaring af kartofler var at finde et udtryk for opbevaringstabets størrelse i uventilerede og ventilerede kuler og ved nedkuling af harpede og uharpede kartofler.

Ventileringen blev iværksat ved hjælp af en tresidet ventilationskanal på kulens bund og åbning i jorddækket på kulens

top, hvorved der blev skaffet mulighed for, at luften kunne passere nedefra op imellem kartoflerne. Siden da er andre fremgangsmåder bragt i anvendelse, og den mest udbredte af disse er foreslået af den erfarne kartoffelavler, konsulent *N. Vester* i Skals. Dens princip er åbning i jorddækket langs jordoverfladen i begge sider af kulen, således at der gives betingelser for lufttræk på tværs gennem denne, og den praktiseres derved, at der lægges mursten langs begge sider af kulen, på murstenene lægges granrafter, og der dækkes med halm udover disse, derefter med jord på den øverste del af kulen ned til rafterne, således at den nederste del af kulen kun er dækket med halm. Disse to ventilationssystemer ønskede man at sammenligne i nye forsøg.

Ved optagning af kartofler er det almindeligt at anlægge foreløbige markkuler, dække disse med rigelig halm og så meget jord, at halmen holdes fast, og regnvandet holdes ude. Efter 2—4 ugers forløb køres kartoflerne fra disse markkuler til vinterkulen. Formålet med markkulerne er, at kartoflerne skal »svede af« i disse, således at man får mindre »svedning« i vinterkulerne, idet man anser »svedningen« for mere farlig der end i markkulerne. Dette forhold søgte man i de nye forsøg at belyse ved at anlægge en kule, som de første tre uger kun var dækket med halm.

Navnlig tidligere blev mange kartofler opbevaret i dybe smalle kuler uden ventilation. Denne form for vinterkuler bruges en del endnu, og mange kartoffelavlere påstår at have bedre opbevaring i sådanne kuler end i kuler med de nu sædvanligt anvendte dimensioner. En sådan kule måtte derfor også indgå i forsøget jævnsides med en uventileret kule af samme størrelse som de ventilerede.

I forsøgene 1913—1917 blev tabet af vægt og tørstof bestemt på grundlag af vejning af og tørstofbestemmelse i prøver, som var indlagt i kulerne, medens råddenskabstabet blev bestemt ved frasortering og vejning af kartofler i foråret og beregning af disse i pct. af de i efteråret nedlagte kartofler. I de nye forsøg ønskede man at holde kontrol med hele kartoffelmængden, hvorfor det blev nødvendigt at harpe alle kartoflerne, da det ville være umuligt at opsamle den løse jord fra kartoflerne på kulens bund.

II. Forsøgsplan og forsøgenes gennemførelse.

På grundlag af de i det foregående anførte overvejelser udarbejdedes følgende plan for forsøgenes anlæg og gennemførelse:

a. Almindelig jordkule, uventileret.
b. Almindelig jordkule dækket ca. 3 uger med halm, derefter med jord og halm som de øvrige, uventileret.
c. Almindelig jordkule, bundventileret.
d. Almindelig jordkule, sideventileret.
e. Dyb, smal jordkule, uventileret.
f. Forsøgsstationens opbevaringshus.

Forsøget anlægges ved optagning af kartoflerne og afsluttes omkring 1. marts. Kartoflerne skal så vidt muligt være tørre, og de harpes før nedlægning. Der anvendes en kartoffelsort, som er vanskelig at opbevare, f. eks. Up to date eller Bintje.

Almindelig jordkule graves til 30 cm dybde, 140 cm bred ved bunden og 150 cm ved jordoverfladen. Dyb, smal jordkule graves til 55 cm dybde, 65 cm bred ved bunden og 85 cm bred ved overfladen.

Bundventileringen udføres med en tresidet kanal af lægter lagt med ca. 2 cm mellemrum, 20 cm bred ved bunden og 15 cm høj, og sideventileringen efter N. Vesters system som beskrevet foran.

Til hver kule afvejes 10 hkg forsøgskartofler, og efter nedlægning af disse anbringes ved hver ende ca. 5 hkg af samme sort adskilt fra forsøgskartoflerne med finmasket trådvæv (kyllingenet). Af forsøgskartoflerne udtages ved nedlægning mindst 4 prøver à 5 kg til tørstofbestemmelse.

Alle kuler, undtagen b, dækkes straks efter nedlægning af kartoflerne med halm og ca. 10 cm jord. Den midlertidige halmdækning i b udføres med et tykt lag halm, så regnen holdes ude, og ved jorddækningen efter tre ugers forløb fornyes halmen med et halmlag af samme tykkelse som i de øvrige kuler. Når der i løbet af december indtræffer fare for vedvarende frost, dækkes kulerne udenpå det tidligere dække med et lag halm og ca. 35 cm jord.

I hvert forsøgsled anbringes ved nedlægning et rør af isolerende materiale med metalspids til anbringelse af termometre. Termometrene sættes så langt ind i røret, at kviksølvkuglen berører metalspidsen, og temperaturen aflæses i den første måned hver dag, senere een gang ugentlig. Endvidere anbringes gummislanger til udtagning af luft til kulsyrebestemmelser.

Ved afslutning af forsøget foretages optegnelser over kartoflernes spiring og sundhedstilstand. Forsøgskartoflerne vejes, og der udtages af hvert forsøgsled mindst 4 prøver til tørstofbestemmelser. Rådne kartofler sorteres fra og vejes.

Opbevaringshuset ved Tylstrup er 19,0 m langt, 9,4 m bredt med en 3,0 m bred køregang og port i begge ender. Begge sider er delt i 15 rum, 1,2 m brede og 3,2 m dybe. Rummene fyldes til 1,25 m højde. I hvert rum er anbragt en tresidet ventilationskanal fra køregangen til væggen og med åbning mod køregangen, 24 cm bred ved bunden og 62 cm høj og fremstillet af lægter med 2,5 cm mellemrum.

Opbevaringshuset ved Studsgaard er 10,5 m bredt og 11,3 m langt med en 3 m bred køregang på langs, port i begge ender og ventilationsskorsten med en grundflade på 1 × 1,5 m. Ved begge sider af køregangen er huset delt i 4 lige store rum. I en afstand af 10 cm fra væggene og gulvene er fastgjort 5 × 6,5 cm lægter med 2,5 cm mellemrum, og skillevæggene mellem rummene er fremstillet af to lag lægter med samme dimensioner og mellemrum og med en afstand på 5 cm mellem lagene. Hvert rum på 3,8 × 2,8 m som til 2 m højde rummer ca. 150 hkg kartofler, er således omgivet af luft, der fra neden kan trænge op imellem kartoflerne, når den er koldere og derfor tungere end luften mellem disse.

Rummet i det nordvestre hjørne er ved en tæt bræddevæg adskilt fra den øvrige del af huset og forsynet med selvstændig indsugningslem og aftræksskorsten. Dette rum blev delt i to, og det ene af disse rum blev på alle sider forsynet med tætte bræddevægge, således at der kun blev luftadgang gennem tremmegulvet, medens den anden beholdt tremmevæggene. Der fandtes således tre typer af ventilation, nemlig:

f1. Rum med gennemtræk gennem tremmegulv og langs tremmevægge, side- og gennemventileret.

f2. Rum med gennemtræk fra tremmegulv til skorsten, gennemventileret.

f3. Almindeligt rum i kartoffelhuset med frivillig luftskifte alene, tyngdeventileret.

Ventilationen i f3 svarer til ventilationen i huset ved Tylstrup.

Om forsøgenes udførelse og kartoflernes opbevaringstilstand skal iøvrigt bemærkes følgende:

Ved *Tylstrup* benyttedes kartoffelsorten Up to date. Kartoflerne var lagt i markkule ved optagningen og indvejet til forsøg derfra efter 3—4 dages forløb. De blev harpet over 25 eller 30 mm sold inden indvejningen. I efteråret 1946 var de lidt fugtige ved nedlægning.

Foråret 1947 var der et lag frosne kartofler øverst i kulerne, og i et lag derunder var kartoflerne lidt fugtige ved tømning af kulerne undtagen i forsøgsled e, den dybe, smalle kule. De frosne kartofler indgår ikke i den i tabel 9 anførte mængde

rådne knolde. I foråret 1949 var de øverste kartofler i kulerne spirede og lidt fugtige, flest i forsøgsled b og e, men derunder var de uspirede og tørre. I opbevaringshuset var der hvert år et 10—20 cm tykt lag fugtige kartofler under overfladen undtagen i 1949—50, da alle kartoflerne var tørre. De få rådne kartofler, der hvert år fandtes både i kulerne og i huset, forekom alle enkeltvis og jævnt fordelt i hele beholdningen, og de havde ikke smittet nabokartofler eller gjort dem fugtige.

Ved *Studsgaard* benyttedes sorten Bintje. I efteråret 1946 lå kartoflerne i markkule ca. 14 dage, de øvrige år blev de taget umiddelbart fra optagning. Før nedlægning blev de harpet over en kartoffelharpe med ca. 15 mm afstand mellem tremmerne, og alle år var de tørre og rene ved nedlægning. I 1949 blev brugt kartofler med stærkt angreb af sortben i marken, ca. 10 pct. af de lagte knolde var ikke løbet op, og ca. 8 pct. af planterne i marken var angrebet af sortben. Ved tømning af kulerne i foråret 1950 var der spirer på de øverste kartofler, og der fandtes mange rådne knolde jævnt fordelt i kulen. De øvrige år var kartoflerne tørre og uspirede med kun få rådne knolde jævnt fordelt i beholdningen. I huset fandtes sædvanlig nogle fugtige kartofler i det øverste lag i alle tre rum.

Nedenstående findes en oversigt over datoerne for anlæg og afslutning af forsøgene.

	Tylstrup		Studsgaard	
	anlagt	afsluttet	anlagt	afsluttet
1946–47....	12.–14. oktober	25. marts	15. oktober	18. marts
1947–48....	2. oktober	12. marts	27.–30. september	23. februar
1948–49....	4.–5. oktober	15. marts	4. oktober	20. marts
1949–50....	2.–4. oktober	10. marts	24. septb.	4. marts

III. Kartoflernes temperatur i kuler og opbevaringshuse.

I henhold til planen skulle temperaturerne i den første del af opbevaringsperioden aflæses hver dag, senere en gang ugentligt. Det vil være vanskeligt at overse alle de ved disse aflæsninger fremkomne tal, og desuden er bevægelsen i temperaturerne i kule og hus ganske jævn, således at opførelsen af temperaturerne for hver dag ofte vil være gentagelser af de samme tal. En beregning af gennemsnit for tidsperioder ville derfor være

nyttig, og som sådanne tidsperioder valgtes deling af hver måned i tre, nemlig første og anden tidøgn og resten af måneden, fordi Meteorologisk Institut til anden benyttelse ved forsøgsstationerne beregner middeltemperaturen for disse tidsperioder. Ved valg af disse tidsperioder blev det således muligt at foretage direkte sammenligning mellem den ydre lufts middeltemperaturer og kartoflernes temperatur i kule og hus. Disse temperaturer findes i tabel 7.

Tabel 1. Temperatur i årlige gennemsnit for jordkuler, opbevaringshus og ydre luft. °C.

Måned	Dage	Jordkuler				Opbevaringshus				Ydre luft, middel			
		1946–47	1947–48	1948–49	1949–50	1946–47	1947–48	1948–49	1949–50	1946–47	1947–48	1948–49	1949–50
						Tylstrup.							
Oktober	1.—10.	11.1	11.4	10.8	14.0	10.0	11.6	9.4	12.2	7.2	9.9	8.9	10.8
»	11.—20.	10.2	12.1	8.9	12.7	8.9	11.5	8.5	12.6	7.3	8.9	9.3	12.6
»	21.—31.	7.9	10.1	7.8	12.2	7.8	7.8	6.5	9.0	3.0	5.2	5.3	7.3
Novbr.	1.—10.	7.3	9.6	6.8	9.7	6.9	7.2	6.3	6.3	4.2	5.6	4.1	5.8
»	11.—20.	6.9	8.7	6.7	8.2	5.9	5.5	7.2	6.0	2.5	0.9	4.9	5.5
»	21.—30.	6.5	7.2	7.1	8.0	6.7	6.1	7.6	6.0	7.1	4.1	4.4	5.4
Decbr.	1.—10.	7.5	6.6	7.6	8.0	7.4	6.3	8.0	5.0	3.7	1.5	6.3	3.9
»	11.—20.	6.1	6.6	8.4	7.2	5.7	6.1	8.0	4.8	÷0.2	2.0	4.3	2.9
»	21.—31.	6.2	6.7	8.5	5.5	3.6	5.7	7.0	5.0	0.3	0.0	2.5	4.0
Januar	1.—10.	5.3	6.5	6.6	6.3	4.3	5.1	5.8	5.0	÷3.3	÷0.7	2.0	÷0.6
»	11.—20.	4.5	6.3	5.9	5.7	3.6	3.8	6.0	5.0	0.5	÷1.4	3.0	1.0
»	21.—31.	4.2	5.0	5.6	4.9	4.2	3.9	5.0	5.0	÷3.9	÷0.1	2.1	÷0.9
Februar	1.—10.	3.6	4.6	5.2	4.3	3.6	5.1	4.8	2.8	÷6.4	2.2	1.8	÷0.2
»	11.—20.	2.7	5.0	5.5	2.9	2.4	4.9	5.9	3.0	÷9.4	÷2.6	4.6	1.0
»	21.—28.	1.7	1.8	6.1	3.7	1.9	4.8	6.7	4.0	÷10.4	÷3.3	3.6	1.0
Gens.	efterår	8.3	9.9	8.0	10.8	7.7	8.3	7.6	8.7	5.2	5.8	6.2	7.9
»	vinter	4.6	5.8	6.6	5.4	4.1	5.1	6.4	4.4	÷3.2	÷0.3	3.4	1.4
						Studsgaard.							
Oktbr.	1.—10.	—	10.9	10.1	14.7	—	10.5	9.2	11.6	7.4	6.2	9.3	11.5
»	11.—20.	—	11.4	9.1	15.1	—	10.8	9.9	13.0	7.7	8.7	9.8	12.5
»	21.—31.	8.7	8.9	7.5	13.1	—	7.6	8.3	9.4	2.3	5.3	5.1	7.8
Novbr.	1.—10.	6.2	8.5	6.0	10.6	—	7.2	6.1	6.9	3.3	6.5	4.1	5.3
»	11.—20.	5.3	7.2	7.0	8.6	6.6	6.5	6.1	5.4	3.7	1.7	6.2	4.6
»	21.—30.	6.7	5.8	6.8	8.6	7.2	5.7	6.4	6.5	6.7	4.2	4.6	5.6
Decbr.	1.—10.	5.6	5.8	6.5	7.9	6.6	5.7	6.4	5.9	2.8	1.7	6.0	3.9
»	11.—20.	4.1	4.7	6.2	7.0	4.5	4.3	6.5	4.5	÷1.2	2.3	3.7	2.7
»	21.—31.	2.8	4.6	5.2	7.7	4.0	4.0	6.9	5.2	÷0.5	1.8	0.0	3.8
Januar	1.—10.	1.0	4.7	4.0	8.4	2.9	4.2	3.9	5.8	÷5.0	0.7	2.0	0.3
»	11.—20.	1.0	3.9	5.6	7.5	2.5	3.3	5.5	4.2	0.6	÷1.1	3.7	1.2
»	21.—31.	1.0	3.1	6.4	6.7	1.7	2.3	5.3	3.4	÷4.2	÷0.4	1.0	÷2.2
Februar	1.—10.	1.0	4.2	6.0	5.1	2.0	3.6	5.2	2.7	÷6.4	3.7	2.1	0.8
»	11.—21.	0.4	3.8	6.4	5.3	1.9	4.1	6.0	3.8	÷7.8	÷2.5	4.4	3.8
Gens.	efterår	—	8.8	7.7	11.8	—	8.1	7.7	8.8	5.2	7.9	6.4	5.4
»	vinter	2.2	4.3	5.8	6.9	3.3	3.9	5.8	4.5	÷2.7	0.8	2.9	2.6

I tabel 1 er foretaget en sammenstilling af de årlige gennemsnit af temperaturen i kuler og huse med luftens middeltemperatur, og man ser, at temperaturen både i kuler og huse har ligget væsentligt over lufttemperaturen, kulerne lidt mere end husene, men at det iøvrigt er lufttemperaturen, der har bestemt temperaturniveauet i kuler og huse. En undtagelse danner dog kulerne ved Studsgaard 1949—50, som har haft forholdsvis høje temperaturer, antagelig fordi de blev vinterdækket, inden temperaturen var gået ned.

Tabel 2. Temperatur i de forskellige kuler og opbevaringshuse, gennemsnit af 4 år.

Måned	Dage	Tylstrup						Studsgaard					
		alm.	dyb	bund	side	halm dæk-ket	hus	alm.	dyb	bund	side	halm dæk-ket	hus
		uventileret		ventileret				uventileret		ventileret			
Okt.	1.—10.	13.2	13.1	12.2	12.0	10.7	10.8	12.9	13.2	11.4	11.3	11.2	10.4
»	11.—20.	12.5	12.5	11.3	10.3	8.2	10.4	14.3	16.1	11.3	10.5	10.3	11.2
»	21.—31.	11.1	10.8	8.4	8.4	7.7	7.8	11.3	11.0	9.3	8.7	8.5	6.4
Nov.	1.—10.	9.1	8.9	7.4	8.2	8.1	6.8	9.9	8.7	7.9	7.3	7.0	6.7
»	11.—20.	7.9	7.9	6.9	7.6	7.7	6.2	8.2	6.8	6.5	5.1	6.1	6.2
»	21.—30.	7.5	7.9	6.9	7.0	7.4	6.3	8.1	6.9	5.8	5.9	7.7	6.5
Dec.	1.—10.	7.7	7.5	7.4	7.4	7.4	6.7	7.3	6.5	6.4	4.6	7.3	6.2
»	11.—20.	7.1	7.2	7.1	7.2	6.9	6.2	6.1	5.7	5.4	4.9	6.6	5.1
»	21.—31.	7.2	6.7	6.4	6.8	7.1	5.3	5.6	5.5	5.4	5.1	6.3	5.0
Jan.	1.—10.	6.3	6.1	5.9	5.5	6.1	5.1	6.2	4.7	5.0	4.8	6.4	4.0
»	11.—20.	5.6	5.5	5.4	5.4	5.8	4.5	5.7	5.3	4.2	5.1	5.9	4.2
»	21.—31.	4.8	4.9	4.9	4.9	5.1	4.5	5.2	5.5	3.6	4.5	5.5	3.9
Feb.	1.—10.	4.4	4.4	4.2	4.4	4.8	4.1	5.3	3.4	3.6	4.5	5.2	3.2
»	11.—20.	4.2	4.2	4.0	4.4	4.4	4.1	5.1	3.8	3.8	5.4	5.2	3.4
»	21.—28.	2.8	3.9	4.1	4.0	4.2	4.4	6.9	5.5	6.0	6.6	7.0	3.9
Gens.	efterår	10.2	10.2	8.9	9.1	8.3	8.1	10.9	10.5	8.8	8.2	8.5	7.4
»	vinter	5.6	5.6	5.4	5.5	5.8	5.0	5.9	5.1	4.2	5.0	6.2	4.3

Tabel 2 viser temperaturen i gennemsnit af 4 år for hvert forsøgsled, idet der ved Studsgaard er benyttet gennemsnit af alle de rum i huset, der har været fyldt det pågældende år. Det fremgår af disse tal, at temperaturerne i husene i den egentlige vintertid har været noget lavere end i kulerne, medens den i efteråret har været lige så høj eller højere.

Nogen afgørende forskel mellem den almindelige uventilerede kule og den dybe, smalle, eller mellem de to ventilationssystemer, blev ikke fundet, hvorimod der var tydelig forskel mellem ventilerede og uventilerede, idet temperaturen i de ven-

tilerede lå tydeligt lavere i efteråret indtil vinterdækningen. Den alene halmdækkede kule har haft lavere temperatur end de ventilerede, indtil jorddækningen blev foretaget.

De forskelligt ventilerede rum i opbevaringshuset ved Studsgaard kan sammenlignes i et forskelligt antal år, og beregninger til en sådan sammenligning findes i tabel 3.

Tabel 3. Temperatur i forskellige rum i kartoffelhus ved Studsgaard. °C.

Måned	Dage	Gennemsnit af									
		1946—47, 1947—48 og 1948—49			1946—47 og 1948—49					1949—50	
		f1	f2	ydre luft	f1	f2	ydre luft	f3	køre-gang	f3	køre-gang
Oktbr.	1.—10.	10.3	10.4	7.4	9.8	10.2	8.4	12.0	6.6	13.0	10.3
»	11.—20.	10.6	10.2	4.1	10.4	9.4	8.5	11.2	8.4	14.6	11.5
»	21.—31.	8.1	7.4	4.2	8.3	7.4	3.7	11.0	6.6	11.4	7.5
Novbr.	1.—10.	6.7	6.3	4.5	6.0	5.5	3.7	8.0	5.0	7.8	5.9
»	11.—20.	6.1	5.7	3.9	6.1	5.5	5.0	8.0	4.8	6.3	4.5
»	21.—30.	6.1	6.2	5.2	6.4	6.5	5.2	8.0	6.4	7.4	5.5
Decbr.	1.—10.	6.4	6.1	3.5	6.8	6.5	4.1	6.2	4.7	6.7	5.0
»	11.—20.	4.9	5.0	1.4	5.3	5.2	1.3	5.7	4.3	4.8	4.3
»	21.—31.	4.6	4.7	0.5	4.8	5.0	÷0.2	5.6	5.5	6.0	4.4
Januar	1.—10.	3.4	4.0	÷0.7	3.5	3.9	÷1.4	5.0	2.0	6.7	4.8
»	11.—20.	3.7	3.7	1.1	3.6	4.0	2.2	4.7	3.0	4.4	3.9
»	21.—31.	2.9	3.2	÷1.0	3.4	3.5	÷1.4	3.7	2.7	4.2	2.6
Febr.	1.—10.	3.6	3.4	÷0.5	3.6	3.3	÷2.7	4.6	3.6	3.0	2.5
»	11.—20.	3.7	3.8	÷2.3	3.6	3.6	÷2.2	5.0	4.7	4.5	3.0
Gens.	efterår	7.9	7.7	4.9	7.7	7.4	5.7	9.7	6.3	10.1	7.4
»	vinter	4.2	4.3	0.2	4.3	4.4	÷0.1	5.1	3.8	5.0	3.8

f1 = side- og gennemventileret.
f2 = gennemventileret.
f3 = tyngdeventileret.

f1 og f2 er først sammenlignet ved gennemsnit af 1946—47, 1947—48 og 1948—49, og det fremgår deraf, at man måske har fået en lidt hurtigere afkøling i det rum, hvor luften blev tvunget op imellem kartoflerne, end i rummet, hvor luften havde mulighed for at vige udenom, men forskellen har kun været ringe og usikker.

I okt.—nov. 1948—49 og i gennemsnit af dec.—marts 1946—47 og 1948—49 kunne disse to rum med luftskifte fremkaldt af luftbevægelser mellem indsugningslem og aftræksskorsten sammenlignes med f3, hvor luftskifte kun kunne finde sted som følge af vægtfyldeforskel mellem den varme luft mellem kortoflerne og den kolde luft i rummet. Det sidstnævnte system

for luftskifte har betinget en væsentlig langsommere afkøling, idet kartoflerne i det pågældende rum har været omkring 1—3° varmere end i rummene med gennemtræk.

Ganske samme indtryk af den hurtigere afkøling ved hjælp af gennemtræk end ved hjælp af vægtfyldeforskel får man ved at sammenligne forskellen mellem f1, f2 og den ydre luft og mellem f3 og luften i køregangen, idet den førstnævnte forskel navnlig i efterårsmånederne har været mindre end den sidstnævnte.

Medvirkende dertil var også, at man ved f1 og f2 kunne lukke indsugningslemmen for den varme luft om dagen og lukke op for gennemtræk i de kolde nattetimer. Den samme mulighed havde man også for afkøling af luften i huset (køregang), og derfor har denne luft i oktober og begyndelsen af november været koldere end kartoflerne med gennemtræk, men ikke des mindre har kartoflerne i f3 været væsentlig varmere end i f1 og f2.

IV. Kulsyreindhold i luften mellem kartoflerne.

Bestemmelserne af kulsyreindholdet mellem kartoflerne er bedst gennemført ved Tylstrup, idet man der har udført bestemmelserne med 1—2 ugers mellemrum hele opbevaringsperioden

Tabel 4. Gennemsnit af kulsyreindhold i luften mellem kartoflerne. Volumenprocent.

	Tylstrup				Studsgaard			
	uventilerede kuler	ventilerede kuler	halmdækket kule	hus	uventilerede kuler	ventilerede kuler	halmdækket kule	hus
1946—47.								
Efterår	0.45	0.10	0.25	0.10	0.11	0.06	—	0.15
Vinter	0.65	0.55	0.99	0.10	0.34	0.39	—	0.14
1947—48.								
Efterår	0.72	0.21	0.56	0.07	0.31	0.04	0.01	0.12
Vinter	1.28	1.04	1.53	0.07	0.96	0.86	0.78	0.10
1948—49.								
Efterår	0.51	0.30	0.36	0.07	—	—	—	—
Vinter	1.25	1.49	1.39	0.06	—	—	—	—
1949—50.								
Efterår	1.20	0.66	1.60	0.10	1.31	0.26	0.01	0.67
Vinter	1.93	1.83	2.37	0.21	1.52	1.70	1.25	1.40

igennem. Ved Studsgaard udførtes ingen bestemmelser i 1948—49 og i 1947—48 var der mange huller i rækken af bestemmelser.

I tabel 8 findes resultaterne af alle bestemmelserne i gennemsnit for hver måned i opbevaringsperioden, og i tabel 4 er gennemsnit for ventilerede kuler og uventilerede kuler sammenstillet med halmdækket kule og opbevaringshus. Det fremgår af begge tabeller, at der opbevaringen igennem har været lavere indhold i opbevaringshuset, at den alene halmdækkede kule sædvanlig har haft et lavere indhold den første tid efter nedkulingen, og at ventileringen har nedsat indholdet i efterårsmånederne.

Tabel 5. Største og mindste indhold af kulsyre i jordkuler. Volumenprocent.

Måned	Tylstrup				Studsgaard			
	største indhold		mindste indh.		største indhold		mindste indh.	
	pct. CO_2	forsøgsled	pct. CO_2	forsøgsled	pct. CO_2	forsøgsled	pct. CO_2	forsøgsled
				1946—47.				
Oktober	0.71	b	0.06	b	0.29	a	0.01	c
November ..	0.86	a	0.05	c	0.45	e	0.04	c
December...	1.64	b	0.06	d	0.39	e	0.01	d
Januar	1.44	b	0.46	c	0.45	d	0.28	c
Februar	1.03	b	0.24	c	0.69	c	0.44	a
Marts	1.13	b	0.39	c	—	—	—	—
				1947—48.				
Oktober	0.81	a	0.05	b	0.41	a	0.08	—
November ..	1.47	a	0.09	c	0.25	a	0.03	—
December...	1.16	e	0.60	c	1.21	e	0.11	b
Januar	2.36	b	0.64	c	—	—	—	—
Februar	2.56	b	0.50	c	1.17	d	1.06	b
Marts	1.44	a	0.19	c	—	—	—	—
				1948—49.				
Oktober	0.85	e	0.14	c	—	—	—	—
November ..	0.85	b	0.05	c	—	—	—	—
December...	2.69	b	1.16	a	—	—	—	—
Januar	1.17	b	0.77	a	—	—	—	—
Februar	1.16	b	0.61	c	—	—	—	—
Marts	1.66	d	0.08	b	—	—	—	—
				1949—50.				
Oktober	2.42	a	0.04	a	0.31	a	0.01	d
November ..	2.14	a	0.05	c	3.17	a	0.11	b
December...	2.29	b	1.08	c	0.93	e	0.14	b
Januar	2.69	b	1.46	c	1.85	a	1.34	b
Februar	2.59	b	1.55	d	2.05	e	0.15	d
Marts	2.52	b	1.55	c	3.10	b	2.15	c

Iøvrigt giver gennemsnitstallene i disse tabeller ikke det rigtige indtryk af de store variationer, kulsyreindholdet i kulerne har været udsat for, idet indholdet også kan variere stærkt inden for en måned. Størrelsen af disse variationer har man søgt at få udtryk for i tabel 5, hvor man for hver måned har anført det største og mindste indhold, og de forsøgsled, hvori det er fundet.

Det fremgår af tabellen, at kulsyreindholdet i luften i kulerne har varieret stærkt indenfor en måned, og at de uventilerede kuler a og e i efterårsmånederne, indtil vinterdækningen er foretaget, hyppigst har haft det største og de ventilerede kuler c og d hyppigst det mindste indhold.

Af tabellen ses det også, at kulsyreindholdet ikke har været jævnt stigende, men at der også fandtes fald. Ved Tylstrup iagttog man, at der ofte var lavere indhold i stærk blæst end i stille vejr, og man foretog derfor de to sidste år i en række tilfælde notater vedrørende vejrets karakter. I de tilfælde, hvor det har været stille vejr eller blæst, fandtes følgende i gennemsnit for alle kuler:

	1948–49				1949–50			
	efterår		vinter		efterår		vinter	
	antal tilfælde	pct. CO_2	antal tilfælde	pct. CO_2	antal tilfælde	pct. CO_2	antal tilfælde	pct. CO_2
Stille.....	3	0.59	2	1.82	3	1.19	6	2.03
Blæst.....	2	0.16	1	1.19	2	0.83	2	1.83
Gens.....	7	0.40	9	1.23	8	0.96	10	1.96

Det fremgår heraf, at der i stille vejr har været et lidt større indhold af kulsyre end i gennemsnit af alle undersøgelser og i blæst lidt mindre. Der syntes altså — også om vinteren med et tykt jorddække — at have været mulighed for luftskifte gennem jorden.

V. Opbevaringstabet.

I tabel 9 findes forsøgets resultater opgjort i vægttab, tab ved forrådnelse af knolde og tørstoftab.

Ved den nærmere omtale af disse hovedresultater skal forsøgsled b — alene halmdækket de første 3 uger — ved Studsgaard behandles for sig og derefter udelades af de følgende op-

gørelser. Dette forsøgsled blev ikke anlagt i 1946, fordi alle kartofler da lå i markkule i ca. 14 dage før forsøget blev anlagt, og i efteråret 1948 gik vandet gennem halmdækket, således at kartoflerne var meget våde ved vinterdækningen, hvilket resulterede i mange syge og rådne knolde.

Dette sidstnævnte forhold svarer ganske til en iagttagelse, der blev gjort under forsøgene i 1913—1917, idet man da et enkelt år ved Tylstrup, da kartoflerne var meget våde ved nedkuling, fik mange rådne kartofler i kulen, men i dette tilfælde blev der lejlighed til at iagttage, at ventileringen kunne bevirke en tørring af de våde knolde, og at denne tørring kunne nedsætte antallet af rådne knolde fra 12 pct. i uventileret kule til 2 pct. i ventileret.

Tabet af kartofler fremkommer dels som et vægttab — altså tab af vand + tørstof — og dels som et tab ved forrådnelse. For de enkelte forsøgsled fandt man ved de to forsøgssteder følgende i gennemsnit af forsøgsårene:

	a	b	c	d	e	f
			Tylstrup			
Vægttab, pct.	2.1	2.9	2.3	2.5	2.0	4.6
pct. rådne knolde	0.3	0.4	0.6	0.2	0.3	0.4
Sum	2.4	3.3	2.9	2.7	2.3	5.0
			Studsgaard			
Vægttab, pct.	3.2	—	2.5	3.5	1.8	7.6
pct. rådne knolde	3.1	—	3.0	4.6	2.6	3.3
Sum	6.3	—	5.5	8.1	4.4	10.9

Nogen sikker forskel mellem kulerne fremgår ikke af disse tal, hverken for vægttab eller råddenskabstab, hvorimod vægttabet, men ikke råddenskabstabet, var større i hus end i kule.

Foretager man en beregning af gennemsnit af alle forsøgsled ved opbevaring i kule for de enkelte år finder man følgende:

	1946—47	1947—48	1948—49	1949—50
		Tylstrup		
Vægttab, pct.	3.4	2.0	1.6	1.1
pct. rådne knolde	0.7	0.2	0.0	0.5
Sum	4.1	2.2	1.6	1.6
		Studsgaard		
Vægttab, pct.	1.7	2.0	0.1	6.0
pct. rådne knolde	0.3	0.0	0.0	12.9
Sum	2.0	2.0	0.1	18.9

Ved Tylstrup var der større vægttab og råddenskabstab i 1946—47 end i de øvrige år. Det vil erindres, at der dette år var meget lav temperatur i kulerne, og at der ved Kartoffelkvalitetsudvalgets forsøg ved Blangstedgaard i 1939—45 fandtes stigende råddenskab ved temperaturer under 5° C. Sammenhængen mellem vægttab og råddenskabstab fremtræder tydeligere ved Studsgaard, hvor der de tre første år fandtes tab af samme størrelsesorden som ved Tylstrup de tre sidste år, men meget større i 1949—50, da forsøget blev foretaget med dårlige kartofler, og man fandt 6 pct. vægttab og 13 pct. råddenskabstab. De forholdsvis store råddenskabstab, der fandtes i gennemsnit af forsøgsleddene skyldes altså alene dette ene år. Nogen afhængighed mellem den forskellige ventilering og mængden af rådne knolde kunne ikke findes i dette år så lidt som i de øvrige.

Af tabel 9 vil det fremgå, at der lige så lidt som for vægttabet fandtes nogen sikker forskel i tørstoftab i de forskellige kuler. Derimod var der en tydelig forskel mellem årene, og det samme var tilfældet i forsøgsrækken 1913—1917. I tabel 6 er der foretaget en sammenligning af de årlige gennemsnit for ventilerede og ikke ventilerede kuler i begge forsøgsrækker.

Den almindelige regel, der fremgår af denne sammenligning synes at være, at tørstoftabet normalt varierer omkring 2—5 pct. Enkelte år, således på Samsø 1913—14 og 1914—15, ved Tylstrup 1946—47 og 1947—48 og ved Studsgaard 1949—50, har der været større tab, og det må antages, at disse skyldtes, at kartoflerne har været disponeret for dårlig opbevaring, eller at der er indtruffet uheldige forhold, der har påvirket kartoflerne i alle kulerne. Det sidstnævnte kan have været tilfældet ved Tylstrup i 1946—47, da der var lave temperaturer og frosne kartofler i alle kulerne. Ved Studsgaard var årsagen til de store tab i 1949—50 utvivlsomt nedlægning af dårlige kartofler. Ved Tylstrup i 1947—48 havde kartoflerne i august været meget medtaget af tørke, uden at væksten dog var blevet helt standset, den kom igang igen efter tørkens ophør, og ved optagningen den 28. september—1. oktober var den ikke afsluttet, idet der var grønne blade på de fleste planter, uden at knoldene dog bar præg af genvækst.

Ved Tylstrup var tabet i 1949—50 størst i begge de uventi-

Tabel 6. Oversigt over tørstoftab i procent i jordkuler i forsøgene 1913—1917 og 1946—1950.

Forsøgssted		Forsøgsled	1912–13	1913–14	1914–15	1915–16	Gens.
Tylstrup	febr.–marts ..	ventileret	5.4	2.8	2.0	4.5	3.6
»	april.....	do.	6.1	2.2	2.2	4.8	3.8
»	gennemsnit ..	do.	5.8	2.3	2.1	4.7	3.7
»	febr.–marts ..	uventileret	2.9	1.6	1.5	2.2	2.1
»	april.....	do.	3.8	2.0	0.8	2.4	2.3
»	gennemsnit .	do.	3.4	1.8	1.2	2.3	2.2
Gennemsnit, Tylstrup			4.4	2.1	1.7	3.5	3.0
Samsø	febr.–marts ..	ventileret	3.3	8.0	9.4	3.5	6.2
»	april.....	do.	2.9	6.7	12.8	4.8	6.8
»	gennemsnit ..	do.	3.2	7.4	11.1	4.2	6.5
»	febr.–marts ..	uventileret	2.7	6.5	10.8	3.0	5.8
»	april.....	do.	2.2	5.1	11.3	5.7	6.1
»	gennemsnit ..	do.	2.5	5.8	11.1	4.4	6.0
Gennemsnit, Samsø.....			2.9	6.6	11.1	4.3	6.3

			1946–47	1947–48	1948–49	1949–50	Gens.
Tylstrup	alm. kule....	bundventileret	6.1	11.9	4.3	2.4	6.2
»	» »	sideventileret	8.1	9.2	4.5	1.5	5.8
»	gennemsnit ..	ventileret	7.1	10.6	4.4	2.0	6.0
»	alm. kule....	uventileret	5.2	10.1	2.8	8.1	6.5
»	dyb, smal kule	uventileret	5.0	6.2	5.5	8.5	6.4
»	gennemsnit ..	uventileret	5.1	8.1	4.2	8.3	6.4
Gennemsnit, Tylstrup			6.1	9.4	4.3	5.2	6.2
Studsg.	alm. kule....	bundventileret	3.4	6.4	1.9	9.1	5.2
»	» »	sideventileret	1.5	8.0	2.6	12.9	6.3
»	gennemsnit ..	ventileret	2.5	7.2	2.3	11.0	5.8
»	alm. kule....	uventileret	6.5	1.9	0.8	14.6	6.0
»	dyb, smal kule	uventileret	9.4	4.5	3.0	7.8	6.2
»	gennemsnit ..	uventileret	8.0	3.2	1.9	11.4	6.1
Gennemsnit, Studsgaard			5.3	5.2	2.1	11.2	6.0

lerede kuler, det samme var tilfældet ved Studsgaard i 1946—47, medens de ventilerede kuler havde store tab i 1947—48. Hvis disse tilfælde betyder andet end store tilfældige afvigelser bero-

ende på usikker prøveudtagning eller anden usikkerhed i arbejdet, kan der være tale om virkning af ventilationen i retning af forøget tab.

I opbevaringshus fandtes følgende tab i procent af tørstof:

	1946—47	1947—48	1948—49	1949—50
Tylstrup, tyngdeventileret	8.7	12.0	0.8	1.3
Studsgaard, f1. side- og gennemventileret.....	4.3	6.6	8.5	—
» f2. gennemventileret	6.4	5.7	7.7	—
» f3. tyngdeventileret .	8.7	—	7.2	8.0

Ved Tylstrup fulgte de store tab de to første år og de små tab de to sidste med forholdene i kulerne, og årsagen til de store tab var antagelig de samme i hus og kule. Ved Studsgaard var tabene gennemgående store, og man kan ikke se nogen forbindelse mellem kulerne og huset.

I de i det foregående refererede resultater af opbevaringsforsøg med kartofler, har der ikke vist sig udprægede forskelle i opbevaringstabenes størrelse ved ventileret og uventileret kule eller hus. Årsagen hertil kan være, at man ikke har haft de forhold, under hvilke ventilering uden tvivl har betydning. Disse forhold er tilstede, hvor der straks efter optagning eller flytning af kartofler dækkes så tæt, at åndingsprodukterne, kulsyre og vanddamp, ikke kan udskiftes med frisk luft. Man kan da få en kvælning af kartoflerne, hvorved kulen falder sammen, eller man kan få en fortætning af vanddampe på knoldene, almindeligt kaldet »svedning«, som vil føre sygdom og forrådnelse med sig. Man må ventilere så meget, at »svedning« undgås, og hvis den optræder, afdække indtil kartoflerne er tørre. En stærkere ventilering, end at »svedning« netop undgås, gør ingen nytte, idet et lidt hurtigere eller lidt langsommere fald i temperaturen fra 10—15° C til 4—5° C vil være uden betydning for tabets størrelse.

Sunde kartofler kan opbevares til omkring 1. marts med meget små tab. Findes der mange syge knolde, kan tabet blive stort, og måske kan også andre kvalitetsegenskaber end sygdom disponere for større tab.

Summary.

Storage experiments with potatoes in ventilated and unventilated clamps were carried out at the Danish State Experimental Stations during the years 1913-17 (Tidsskrift for Planteavl, v. 24, p. 436), and were continued from 1947 to 1950 at the Tylstrup and Studsgaard Experimental Stations where the potatoes were kept in storing-houses and in clamps ventilated in different ways. The storage periods lasted from lifting time (about October 1st) to about March 1st. The temperature and the carbon dioxide content of the air between the potatoes in clamps and storing-house bins were measured at fixed time intervals. Losses of weight of potatoes and of dry matter were also determined.

The temperature (Tables 1, 2, 3 and 7) in the clamps and storing-houses depended on the outer air temperature, and was lower in cold than in mild winters. During the autumn months the temperature was lower in the ventilated than in the unventilated clamps, and lower in storing-house bins provided with side-draught ventilation than in bins ventilated by gravitation only.

The carbon dioxide content (Tables 4, 5 and 8) was lower in the ventilated than in the unventilated clamps, especially during the autumn months, and was very low in the storing-houses. In the clamps it varied greatly from time to time, and was higher in calm than in strongly windy weather.

The storage losses (Tables 6 and 9), as averages of all experiments, were as follows:

	Clamps		Storing houses	
	Percentage loss of			
	Weight of potatoes	Dry matter	Weight of potatoes	Dry matter
Tylstrup	2.5	6.2	4.6	5.7
Studsgaard	2.8	6.0	7.2	7.0

The ventilation of the clamps and bins did not influence the losses. In both series of experiments (1913-17 and 1947-50) the losses varied greatly in different years and at different places. As a general rule there was a storage loss of 2-5 % dry matter in healthy potatoes, and a higher loss in potatoes with a large number of diseased tubers or other defects likely to influence the keeping-quality.

Tabel 7. Temperatur i jordkuler og opbevaringshuse, °C.

Måned	Dage	Almindelige jordkuler				Dyb, smal jordkule	Opbevaringshus				Ydre luft, middel
		uventileret	halmdækket	bundventileret	sideventileret		sideventileret	gennemventileret	tyngdeventil.	rum	
Tylstrup 1946—47.											
Oktober	11.—20.	—	—	—	—	—	—	—	10.9	—	7.2
»	21.—31.	10.4	4.7	5.4	9.0	9.7	—	—	7.8	—	3.0
Novbr.	1.—10.	8.5	6.6	6.1	7.3	8.1	—	—	6.9	—	4.2
»	11.—20.	7.5	6.8	6.3	6.8	7.0	—	—	5.9	—	2.5
»	21.—30.	6.9	6.5	6.3	6.2	6.4	—	—	6.7	—	7.1
Decbr.	1.—10.	7.9	7.4	7.8	6.9	7.3	—	—	7.4	—	3.7
»	11.—20.	5.9	5.1	6.6	6.3	6.7	—	—	5.7	—	÷0.2
»	21.—31.	6.4	6.2	6.6	5.9	6.0	—	—	3.6	—	0.3
Januar	1.—10.	5.4	5.5	5.2	5.2	5.1	—	—	4.3	—	÷3.3
»	11.—20.	4.5	4.5	4.6	4.5	4.5	—	—	3.6	—	0.5
»	21.—31.	4.3	4.5	4.3	4.0	4.0	—	—	4.2	—	÷3.9
Februar	1.—10.	3.7	3.8	3.2	3.6	3.7	—	—	3.6	—	÷6.4
»	11.—20.	2.7	2.8	2.8	2.5	2.9	—	—	2.4	—	÷9.4
»	21.—28.	1.5	1.7	1.7	1.6	1.9	—	—	1.9	—	÷10.4
Marts	1.—10.	1.2	1.4	1.4	1.3	1.4	—	—	2.7	—	÷6.7
»	11.—20.	1.0	1.2	1.3	1.1	1.2	—	—	3.2	—	÷3.2
»	21.—31.	1.2	1.3	1.5	1.2	1.3	—	—	2.7	—	2.0
Tylstrup 1947—48.											
Oktober	1.—10.	12.2	10.7	11.2	11.3	11.6	—	—	11.6	—	9.9
»	11.—20.	14.6	8.8	12.2	11.1	14.0	—	—	11.5	—	8.9
»	21.—31.	12.4	7.4	9.3	9.1	12.1	—	—	7.8	—	5.2
Novb.	1.—10.	10.8	8.8	8.6	9.1	10.6	—	—	7.2	—	5.6
»	11.—20.	9.5	8.8	6.9	8.8	9.5	—	—	5.5	—	0.9
»	21.—30.	7.6	7.6	6.5	6.9	7.3	—	—	6.1	—	4.1
Decb.	1.—10.	7.4	6.9	6.4	6.5	6.5	—	—	6.3	—	1.5
»	11.—20.	7.5	6.8	6.3	6.3	6.3	—	—	6.1	—	2.0
»	21.—31.	7.4	6.8	6.5	6.5	6.5	—	—	5.7	—	0.0
Januar	1.—10.	7.0	6.6	6.3	6.6	6.2	—	—	5.1	—	÷0.7
»	11.—20.	6.6	6.5	6.1	6.4	5.9	—	—	3.8	—	÷1.4
»	21.—31.	4.5	5.3	5.0	5.2	4.8	—	—	3.9	—	÷0.1
Februar	1.—10.	4.6	4.9	4.6	4.7	4.0	—	—	5.1	—	2.2
»	11.—20.	5.0	5.2	5.1	5.0	4.5	—	—	4.9	—	÷2.6
»	21.—28.	—	5.1	5.0	4.7	4.3	—	—	4.8	—	÷3.3
Marts	1.—10.	—	5.4	5.5	4.5	4.0	—	—	5.3	—	1.6
»	11.—20.	4.5	4.5	4.2	4.2	3.7	—	—	4.8	—	4.4

fortsættes

Tabel 7 fortsat.

Måned	Dage	Almindelige jordkuler				Dyb, smal jordkule	Opbevaringshus				Ydre luft, middel
		uventileret	halmdækket	bundventileret	sideventileret		sideventileret	gennemventileret	tyngdeventil.	rum	
					Tylstrup 1948—49.						
Oktober	1.—10.	11.7	8.8	11.5	10.7	11.5	—	—	9.4	—	8.9
»	11.—20.	10.5	6.5	9.7	7.2	10.5	—	—	8.5	—	9.3
»	21.—31.	8.4	6.9	7.6	7.5	8.4	—	—	6.5	—	5.3
Novb.	1.—10.	6.8	6.7	6.5	6.9	7.0	—	—	6.3	—	4.1
»	11.—20.	6.6	6.7	6.5	6.8	6.9	—	—	7.2	—	4.9
»	21.—30.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4.4
Decb.	1.—10.	7.4	7.8	7.5	8.0	7.5	—	—	8.0	—	6.3
»	11.—20.	8.0	8.6	8.4	8.7	8.2	—	—	8.0	—	4.3
»	21.—31.	8.2	9.3	8.3	8.3	8.3	—	—	7.0	—	2.5
Januar	1.—10.	6.6	7.2	6.2	6.2	6.7	—	—	5.8	—	2.0
»	11.—20.	5.8	6.5	5.5	5.4	6.1	—	—	6.0	—	3.0
»	21.—31.	5.5	6.2	5.2	5.2	5.8	—	—	5.0	—	2.1
Februar	1.—10.	5.1	5.8	4.7	5.1	5.5	—	—	4.8	—	1.8
»	11.—20.	5.2	6.2	5.0	5.8	5.3	—	—	5.9	—	4.6
»	21.—28.	5.7	6.8	5.8	6.3	5.7	—	—	6.7	—	3.6
Marts	1.—10.	5.8	6.5	5.8	6.0	5.9	—	—	4.0	—	÷2.7
»	11.—20.	—	—	5.0	5.8	5.5	—	—	4.1	—	1.4
					Tylstrup 1949—50.						
Oktober	1.—10.	15.8	11.2	13.9	12.9	16.1	—	—	12.2	—	10.8
»	11.—20.	14.0	11.3	12.8	11.6	14.0	—	—	12.6	—	12.6
»	21.—31.	13.3	11.7	11.1	11.8	13.1	—	—	9.0	—	7.3
Novb.	1.—10.	10.3	10.3	8.5	9.5	9.8	—	—	6.3	—	5.8
»	11.—20.	8.0	8.5	8.0	8.0	8.3	—	—	6.0	—	5.5
»	21.—30.	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	—	—	6.0	—	5.4
Decb.	1.—10.	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	—	—	5.0	—	3.9
»	11.—20.	7.0	7.0	7.0	7.6	7.5	—	—	4.8	—	2.9
»	21.—31.	6.8	6.0	6.0	6.5	6.0	—	—	5.0	—	4.0
Januar	1.—10.	6.0	6.0	6.0	4.0	6.3	—	—	5.0	—	÷0.6
»	11.—20.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1.0
»	21.—31.	5.0	4.5	5.0	5.0	5.0	—	—	5.0	—	÷0.9
Februar	1.—10.	4.3	4.8	4.1	4.1	4.3	—	—	2.8	—	÷0.2
»	11.—20.	4.0	3.5	3.0	—	4.0	—	—	3.0	—	1.0
»	21.—28.	4.0	3.0	4.0	3.5	4.0	—	—	4.0	—	1.0
Marts	1.—10.	4.0	3.2	4.0	4.0	4.0	—	—	3.8	—	—

fortsættes

Tabel 7 fortsat.

Måned	Dage	Almindelige jordkuler				Dyb, smal jordkule	Opbevaringshus				Ydre luft, middel
		uventileret	halmdækket	bundventileret	sideventileret		sideventileret	gennemventileret	tyngde ventil.	rum	
					Studsgaard 1946—47.						
Oktober	21.—31.	8.2	—	7.6	8.8	10.0	—	—	—	—	2.3
Novb.	1.—10.	6.2	—	5.6	6.2	6.6	—	—	—	—	3.3
»	11.—20.	5.0	—	4.8	5.3	6.2	6.2	5.5	7.8	—	3.7
»	21.—30.	6.0	—	6.6	7.7	6.5	6.2	6.9	7.9	7.9	6.7
Decb.	1.—10.	5.1	—	6.8	4.4	6.9	7.1	6.9	8.1	4.4	2.8
»	11.—20.	3.6	—	4.6	2.9	5.3	4.1	4.4	6.3	3.3	÷1.2
»	21.—31.	2.6	—	3.2	1.3	4.1	3.1	4.0	6.1	2.6	÷0.5
Januar	1.—10.	—	—	0.1	1.7	1.1	1.9	3.2	4.7	2.0	÷5.0
»	11.—20.	—	—	0.8	1.7	—	1.6	3.0	3.5	1.9	0.8
»	21.—31.	—	—	0.0	1.0	—	1.8	2.0	2.0	0.8	÷4.2
Februar	1.—10.	—	—	÷0.4	—	1.5	1.2	1.5	2.0	3.2	÷6.4
»	11.—20.	—	—	÷0.5	—	1.1	1.1	1.1	2.0	3.3	÷7.8
»	21.—28.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	÷9.1
Marts	1.—10.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	÷6.5
					Studsgaard 1947 - 48.						
Oktober	1.—10.	11.5	10.3	10.4	10.6	11.9	10.5	10.5	—	—	6.2
»	11.—20.	13.4	10.3	10.6	9.7	13.0	10.7	10.9	—	—	8.7
»	21.—31.	11.7	7.1	7.2	7.3	10.8	7.9	7.3	—	—	5.3
Novb.	1.—10.	10.4	7.5	7.0	7.8	9.6	7.4	7.0	—	—	6.5
»	11.—20.	9.0	9.0	6.2	4.0	7.8	6.1	6.8	—	—	1.7
»	21.—30.	8.0	8.0	3.2	4.0	5.9	5.5	5.8	—	—	4.2
Decb.	1.—10.	7.0	8.0	5.7	2.3	5.9	5.5	6.0	—	—	1.7
»	11.—20.	5.5	6.0	4.7	3.2	4.0	4.0	4.5	—	—	2.3
»	21.—31.	5.0	5.5	4.5	4.0	4.0	4.0	4.0	—	—	1.8
Januar	1.—10.	5.0	4.2	5.0	4.8	4.5	4.0	4.3	—	—	0.7
»	11.—20.	4.5	3.5	4.0	4.4	3.0	3.0	3.5	—	—	÷1.1
»	21.—31.	4.0	2.5	3.0	2.8	3.0	2.0	2.5	—	—	÷0.4
Februar	1.—10.	5.0	4.3	4.3	4.5	3.1	3.5	3.7	—	—	3.7
»	11.—20.	4.0	3.0	4.0	5.1	3.0	4.0	4.2	—	—	÷2.5

fortsættes

Tabel 7 fortsat.

Måned	Dage	Almindelige jordkuler				Dyb, smal jordkule	Opbevaringshus				Ydre luft, middel
		uventileret	halmdækket	bundventileret	sideventileret		sideventileret	gennemventileret	tyngde ventil.	rum	
		Studsgaard 1948—49.									
Oktober	1.—10.	10.2	8.8	9.0	8.3	11.3	9.8	10.2	10.0	6.6	9.3
»	11.—20.	11.6	9.2	9.6	8.9	11.0	10.4	9.4	11.4	8.4	9.3
»	21.—31.	11.3	8.8	7.8	7.5	10.8	8.3	7.4	11.0	6.6	5.1
Novb.	1.—10.	9.3	7.5	6.5	6.6	7.8	6.0	5.5	8.0	5.0	4.1
»	11.—20.	7.3	5.9	4.8	4.8	7.0	6.0	5.5	8.0	4.8	6.2
»	21.—30.	7.5	7.0	7.5	5.0	8.0	6.5	6.0	8.0	5.0	4.6
Decb.	1.—10.	7.2	7.0	5.5	6.9	7.5	6.5	6.0	8.0	5.0	6.0
»	11.—20.	7.0	7.2	5.0	6.5	7.0	6.5	6.0	8.0	5.3	3.7
»	21.—31.	6.5	5.5	6.0	7.0	6.0	6.5	6.0	8.5	8.5	0.0
Januar	1.—10.	5.0	6.0	5.0	4.0	4.5	5.0	4.5	8.0	—	2.0
»	11.—20.	5.0	6.0	4.0	6.0	5.0	5.5	5.0	7.5	4.0	3.7
»	21.—31.	5.0	7.0	5.0	5.0	6.0	5.0	5.0	6.5	4.5	1.0
Februar	1.—10.	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	6.0	5.0	6.0	4.0	2.1
»	11.—20.	6.0	8.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	—	6.0	4.0
»	21.—28.	7.0	7.0	6.0	6.0	6.0	—	—	—	—	3.9
Marts	1.—10.	—	—	5.0	6.0	5.0	—	—	—	—	÷3.5
		Studsgaard 1949—50.									
Oktober	1.—10.	17.5	12.5	14.5	14.2	15.7	—	—	13.0	10.3	11.5
»	11.—20.	18.0	13.1	15.6	12.9	16.2	—	—	14.6	11.5	12.5
»	21.—31.	16.2	9.4	14.5	10.3	14.5	—	—	11.4	7.5	7.8
Novb.	1.—10.	13.3	5.8	12.5	8.7	12.0	—	—	7.8	5.9	5.3
»	11.—20.	11.4	5.4	10.3	6.2	9.5	—	—	6.3	4.5	4.8
»	21.—30.	11.0	8.0	7.8	7.0	9.1	—	—	7.4	5.5	5.6
Decb.	1.—10.	9.8	8.0	7.7	5.6	8.3	—	—	6.7	5.0	3.9
»	11.—20.	8.2	6.6	7.2	7.0	6.1	—	—	4.8	4.3	2.7
»	21.—31.	8.3	7.8	8.0	8.0	6.6	—	—	6.0	4.4	3.8
Januar	1.—10.	8.5	9.0	8.7	8.9	7.0	—	—	6.7	4.8	0.3
»	11.—20.	7.6	8.2	7.8	8.0	5.9	—	—	4.4	3.9	1.2
»	21.—31.	6.5	7.9	6.5	7.5	5.3	—	—	4.2	2.6	÷2.2
Februar	1.—10.	5.8	6.2	5.5	4.0	4.0	—	—	3.0	2.4	0.8
»	11.—20.	5.4	6.6	5.8	5.2	3.7	—	—	4.5	3.0	3.8
»	21.—28.	6.7	9.0	7.0	7.1	5.0	—	—	4.5	3.0	0.2

Tabel 8. Indhold af CO_2 i luften mellem kartoflerne i jordkuler og opbevaringshuse. Volumenprocent.

Måned	Almindelige jordkuler				Dyb, smal jordkule	Opbevaringshus		
	uventileret	halmdækket	bundventileret	sideventileret		sideventileret	genn.-ventileret	tyngdeventileret
Tylstrup 1946—47.								
Oktober	0.293	0.062	0.077	0.123	0.452	—	0.093	—
November ..	0.560	0.432	0.104	0.097	0.500	—	0.110	—
December...	0.579	0.988	0.418	0.499	0.494	—	0.077	—
Januar	0.931	1.114	0.515	0.633	0.795	—	0.070	—
Februar	0.633	0.922	0.440	0.653	0.726	—	0.104	—
Marts	0.610	0.942	0.575	0.656	0.687	—	0.147	—
Tylstrup 1947—48.								
Oktober	0.411	0.197	0.086	0.094	0.508	—	0.069	—
November ..	0.918	0.918	0.274	0.968	1.046	—	0.069	—
December...	1.281	1.306	0.819	1.317	1.172	—	0.079	—
Januar	1.449	1.856	0.998	1.676	1.593	—	0.065	—
Februar	1.442	1.822	0.563	1.355	1.261	—	0.077	—
Marts	1.089	1.188	0.501	1.025	1.033	—	0.058	—
Tylstrup 1948—49.								
Oktober	0.329	0.089	0.099	0.178	0.581	—	0.049	—
November ..	0.531	0.633	0.395	0.508	0.578	—	0.078	—
December...	1.629	2.592	1.988	2.262	2.064	—	0.074	—
Januar	0.930	1.521	1.127	1.369	1.245	—	0.066	—
Februar	1.030	1.485	1.002	1.144	1.288	—	0.044	—
Marts	0.658	0.955	0.814	1.049	1.185	—	0.049	—
Tylstrup 1949—50.								
Oktober	1.257	0.518	0.087	0.107	1.044	—	0.077	—
November ..	1.334	1.596	0.442	1.053	1.169	—	0.128	—
December...	1.647	2.006	1.187	1.619	1.393	—	0.088	—
Januar	2.360	2.598	1.686	2.363	2.011	—	0.059	—
Februar	2.409	2.513	1.806	1.877	1.807	—	0.063	—
Marts	2.015	2.259	1.686	1.848	1.761	—	0.630	—

fortsættes

Tabel 8 fortsat.

Måned	Almindelige jordkuler				Dyb, smal jordkule	Opbevaringshus		
	uventileret	halmdækket	bundventileret	sideventileret		sideventileret	gennemventileret	tyngdeventileret
Studsgaard 1946—47.								
Oktober	0.020	—	0.044	0.072	0.079	0.123	0.137	0.150
November ..	0.217	—	0.116	0.054	0.332	0.171	0.192	0.211
December...	0.275	—	0.275	0.344	0.397	0.076	0.124	0.138
Januar	0.381	—	0.381	0.445	0.439	0.143	0.173	0.114
Februar	0.439	—	0.424	0.364	0.388	0.191	0.097	0.065
Studsgaard 1947—48.								
Oktober	0.649	—	—	—	0.296	0.021	0.077	—
November ..	0.248	—	—	0.025	0.023	0.023	0.154	—
December...	0.854	0.436	0.012	0.769	0.812	0.430	0.043	—
Januar	—	—	—	—	—	—	—	—
Februar	1.146	1.062	1.082	1.174	1.067	0.015	0.074	—
Studsgaard 1949—50.								
Oktober	1.87	0.09	0.23	0.08	0.65	—	—	0.121
November ..	3.17	0.11	0.58	0.15	2.69	—	—	0.189
December...	0.71	0.13	0.84	0.16	0.92	—	—	0.183
Januar	1.85	1.34	1.52	1.69	1.52	—	—	0.136
Februar	1.06	0.44	0.98	0.25	1.02	—	—	0.124
Marts	2.58	3.09	3.27	2.98	2.12	—	—	—

Tabel 9. Opbevaringstabet.

År	kg kartofler		Tab		Rådne		pct. tørstof		kg tørstof		Tab, tørst.	
	ind-vejet	ud-vejet	kg	pct.	kg	pct.	ind-vejet	ud-vejet	ind-vejet	ud-vejet	kg	pct.
Tylstrup.					Almindelig jordkule, uventileret.							
1946–47	995.0	957.5	37.5	3.8	3.8	0.4	24.93	24.07	248.1	235.2	12.9	5.2
1947–48	1000.0	980.0	20.0	2.0	2.0	0.2	24.48	22.48	244.9	220.3	24.6	10.0
1948–49	1000.0	988.0	12.0	1.2	—	—	22.66	22.39	226.6	220.2	6.4	2.8
1949–50	1000.0	987.0	13.0	1.3	4.0	0.5	22.34	20.79	223.4	205.2	18.2	8.1
					Almindelig jordkule, halmdækket 3 uger, uventileret.							
1946–47	984.0	944.8	39.2	4.0	5.7	0.6	24.21	23.80	238.5	230.1	8.4	3.5
1947–48	1000.0	964.5	35.5	3.6	3.9	0.4	24.82	22.57	248.2	217.7	30.5	12.3
1948–49	1000.0	978.0	22.0	2.2	—	—	22.56	22.02	225.6	215.4	10.4	4.6
1949–50	1000.0	982.5	17.5	1.8	6.9	0.7	22.16	21.50	221.6	211.2	10.4	4.7
					Almindelig jordkule, bundventileret.							
1946–47	996.0	946.2	49.8	5.0	15.1	1.6	23.95	23.08	238.5	224.0	14.5	6.1
1947–48	1000.0	979.0	21.0	2.1	1.0	0.1	24.69	22.33	246.9	217.6	29.3	11.9
1948–49	1000.0	985.5	14.5	1.5	—	—	22.47	21.82	224.7	215.0	9.7	4.3
1949–50	1000.0	994.5	5.5	0.6	2.0	0.2	22.43	22.21	224.3	220.9	3.4	1.5
					Almindelig jordkule, sideventileret.							
1946–47	994.0	945.8	48.2	4.8	8.1	0.9	24.80	23.25	246.5	226.5	20.0	8.1
1947–48	1000.0	974.5	25.5	2.6	—	—	25.26	23.54	252.6	229.4	23.2	9.2
1948–49	1000.0	980.0	20.0	2.0	—	—	22.57	22.00	225.7	215.6	10.1	4.5
1949–50	1000.0	981.0	19.0	1.9	5.9	0.6	21.58	21.48	215.8	210.7	5.1	2.4
					Dyb, smal jordkule, uventileret.							
1946–47	985.0	951.6	33.4	3.4	4.8	0.5	24.75	23.74	243.8	231.5	12.3	5.0
1947–48	1000.0	980.0	20.0	2.0	1.0	0.1	24.74	23.68	247.4	232.1	15.3	6.2
1948–49	1000.0	984.5	15.5	1.6	—	—	22.58	21.67	225.8	213.3	12.5	5.5
1949–50	1000.0	989.0	11.0	1.1	4.9	0.5	21.86	20.22	218.6	200.0	18.6	8.5
					Opbevaringshus.							
1946–47	2958.0	2802.7	155.3	5.3	28.0	1.0	25.08	23.94	741.9	677.7	64.2	8.7
1947–48	3000.0	2744.0	256.0	8.5	—	—	24.73	23.80	741.9	653.1	88.8	12.0
1948–49	3000.0	2935.0	65.0	2.2	—	—	22.32	22.63	669.6	664.2	5.4	0.8
1949–50	3000.0	2931.5	68.5	2.3	—	–	22.26	22.48	667.8	659.0	8.8	1.3
Studsgaard.					Almindelig jordkule, uventileret.							
1946–47	600.0	590.0	10.0	1.7	2.0	0.3	21.88	20.88	131.3	122.8	8.5	6.5
1947–48	970.5	963.0	7.5	0.8	0.0	0.0	22.80	22.57	221.3	217.3	4.2	1.9
1948–49	1038.0	1057.0	÷19.0	1.8	0.0	0.0	21.37	20.81	221.8	220.0	1.8	0.8
1949–50	1000.0	916.0	84.0	8.4	109.0	11.9	20.94	19.52	209.4	178.8	30.6	14.6
					Almindelig jordkule, halmdækket 3 uger, uventileret.							
1946–47	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1947–48	980.5	971.3	9.2	1.0	0.3	0.0	22.68	22.62	222.4	219.6	2.8	1.2
1948–49	1019.0	960.0	49.0	4.8	—	—	20.37	20.79	217.8	201.7	16.1	7.4
1949–50	1000.0	907.0	93.0	9.4	158.0	17.4	20.94	20.10	209.4	195.3	27.1	12.9

fortsættes

Tabel 9 fortsat.

År	kg kartofler		Tab		Rådne		pct. tørstof		kg tørstof		Tab, tørst.	
	ind-vejet	ud-vejet	kg	pct.	kg	pct.	ind-vejet	ud-vejet	ind-vejet	ud-vejet	kg	pct.
Almindelig jordkule, bundventileret.												
1946–47	600.0	589.0	11.0	1.8	0.0	0.0	21.88	21.57	131.3	126.8	4.5	3.4
1947–48	985.0	956.5	28.5	3.0	1.0	0.1	23.16	22.43	228.1	214.3	13.8	6.4
1948–49	1035.0	1029.0	6.0	0.6	0.0	0.0	21.37	20.08	221.2	216.9	4.3	1.9
1949–50	1000.0	955.0	45.0	4.5	119.0	12.4	20.94	19.93	209.3	190.3	19.1	9.1
Almindelig jordkule, sideventileret.												
1946–47	600.0	594.0	6.0	1.0	1.0	0.2	21.88	21.78	131.3	129.2	2.1	1.5
1947–48	979.0	945.4	23.6	2.5	0.0	0.0	22.90	21.95	224.2	207.5	16.7	8.0
1948–49	1056.0	1055.0	1.0	0.9	0.0	0.0	21.37	20.84	225.7	219.9	5.8	2.6
1949–50	1000.0	907.0	93.0	9.3	158.0	17.4	20.94	20.10	209.4	182.3	27.1	12.9
Dyb, smal jordkule, uventileret.												
1946–47	600.0	586.0	14.0	2.3	3.0	0.5	21.88	20.42	131.3	119.0	12.3	9.4
1947–48	977.0	962.5	14.5	1.5	0.0	0.0	22.82	22.16	223.0	213.3	9.7	4.5
1948–49	1019.0	1003.0	16.0	1.6	0.0	0.0	21.37	21.07	217.8	211.3	6.5	3.0
1949–50	1000.0	984.0	16.0	1.6	95.0	9.7	20.94	19.61	209.4	193.0	16.4	7.8
Opbevaringshus, side- og gennemventileret.												
1946–47	6212.0	5706.5	416.7	6.7	2.3	0.4	21.88	22.52	1159.2	1300.1	59.1	4.3
1947–48	6736.5	6424.5	312.0	4.9	6.5	0.1	23.44	23.07	1579.0	1481.2	97 8	6.6
1948–49	5860.0	5359.0	501.0	8.5	0.0	0.0	21.37	21.41	1252.3	1146.4	105.9	8.5
f2. Opbevaringshus, gennemventileret.												
1946–47	6387.0	5966.0	421.0	6.6	2.8	0.5	21.88	22.26	1397.5	1308.4	89.1	6.4
1947–48	6271.0	6014.5	256.5	4.3	5.5	0.1	23.33	23.04	1463.0	1384.5	78.5	5.7
1948–49	6182.0	5641.0	541.0	8.8	0.0	0.0	21.37	20.61	1321.1	1219.4	101.7	7.7
f3. Opbevaringshus, tyngdeventileret.												
1946–47	14957.0	13205.0	1752.0	11.7	3.7	0.3	21.88	22.67	3272.6	2986.5	286.0	8.7
1947–48	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1948–49	15042.0	12033.0	1009.0	6.7	0.0	0.0	21.37	21.85	3214.4	2982.0	232.5	7.2
1949–50	5293.0	4900.0	393.0	7.2	34.0	11.9	21.06	20.94	1114.7	1026.1	88.6	8.0

Forsøg med forskellig udbringningstid for chilesalpeter til æbletræer 1932—50.

Ved **N. Dullum** og **Poul Rasmussen.**

455. beretning fra Statens Forsøgsvirksomhed i Plantekultur.

Som supplement til de større gødningsforsøg med frugttræer ved Blangstedgaard og Hornum er i årene 1932—50 ved Blangstedgaard udført et orienterende forsøg med forskellig udbringningstid for chilesalpeter til æbletræer. Foreløbige resultater fra dette forsøg udsendtes i 293. meddelelse 1940. Endeligt resultat forelægges her i beretning, udarbejdet af forstander *N. Dullum* og assistent, landbrugskandidat *Poul Rasmussen.*

Forstanderne ved Statens Forsøgsvirksomhed i Plantekultur.

I en æbleplantage, plantet forår 1927 ved Blangstedgaard, er der siden 1932 udført orienterende forsøg med kvælstofgødskning efter følgende plan:

a. Ingen kvælstofgødning.
b. 500 kg chilesalpeter årligt pr. ha, udbragt ca. 15. marts.
c. 500 » » » » » ca. 15. juli.

Som grundgødning er i tiden 1930—40 tilført 300 kg superfosfat og 400—600 kg 40 pct. kaligødning årligt pr. ha. Efter 1940 er grundgødningerne på grund af høje fosforsyre- og kaliumtal i jorden nedsat, således at fosforsyregødskning er næsten helt undladt, og kaligødningen er tilført med halv mængde.

Forsøgsarealet er ret svær lermuld. Jordbehandlingen har hele tiden været, hvad man i plantagesproget kalder »almindelig«. Jorden skrælpløjes engang i vinterhalvåret, løs- og ren-

holdes foråret og sommeren igennem ved gentagne harvninger og tilsås omkring Sct. Hanstid med en eller anden dækafgrøde, der nedpløjes i jorden ved følgende vinters skrælpløjning. Som dækafgrøde er i dette tilfælde anvendt spergel (*Spergula arvensis*) 15—20 kg pr. ha.

Gødningsforsøget er anlagt med 3 fællesparceller på række. Parcelstørrelse 15×18 m. Træafstanden var ved plantningen 2.5×3.0 m, således at der til at begynde med stod 36 træer pr. parcel.

Forsøgstræerne, der alle var rodægte træer (aflæggere), var af følgende sorter: Husmoder (Bellefleur de France), Bramley's Seedling, Lanes Prince Albert, Belle de Boskoop, Beauty of Kent (Codlin Springrove) og Cox's Orange.

Ved beplantningen var arealet ikke bestemt til gødningsforsøg, i så tilfælde ville beplantningsplanen have været noget anderledes. Beplantningen var nu udført således, at de tre førstnævnte sorter indgik i de to fællesparceller, og de tre sidstnævnte i den tredie fællesparcel.

I forsøgsperioden er der sket rydning af træer, efterhånden som pladshensyn har gjort det nødvendigt. Allerede 1933 fjernedes hveranden trærække hele forsøget igennem, og det følgende år hvert andet træ i de tilbagestående rækker. Vinteren 1939—40 ryddedes atter, hvorved Beauty of Kent og Lanes Prince Albert helt udgik af forsøget. Disse sorter har således kun deltaget i 8 år. Efter sidstnævnte rydning stod tilbage i forsøg kun sorterne Husmoder, Bramley, Belle de Boskoop og Cox's Orange på planteafstanden 10× 6 m. Endelig ryddedes i januar 1948 til afstanden 12×12 m.

Forsøgsresultater.

Foreløbige resultater er givet i 293. meddelelse fra Statens Forsøgsvirksomhed i Plantekultur.

J o r d b u n d s a n a l y s e r : Jordprøver, udtaget til 20 cm dybde i 1939 og 1951, viste omstående analyseresultater.

Reaktionstallene, der begge gange ligger mellem 7.1 og 7.5 har holdt sig praktisk taget uforandret i alle forsøgsled. Den

lille nedgang fra 7.4 til 7.1 i a. kan skyldes arbejdsfejl, navnlig ved prøveudtagningen.

	Reaktionstal pH		Fosforsyretal Ft		Kaliumtal T_K	
	1939	1951	1939	1951	1939	1951
a. Ingen kvælstofgødning	7.4	7.1	19.0	14.5	21.7	19.0
b. 500 kg chilesalp. pr. ha udbr. ca. 15. marts	7.3	7.3	16.7	13.7	21.3	17.0
c. 500 kg chilesalp. pr. ha udbr. ca. 15. juli	7.4	7.5	15.0	13.8	18.7	18.0

Fosforsyretallene, der i 1939 lå fra 15 til 19, ligger efter analysen i 1951 omkring 14 i alle forsøgsled. (Tallene er begge gange bestemt efter salpetersyremetoden).

Kalitallene, der lå højt i 1939, ligger i 1951 stadig meget højt (omkring 18) og uden synderlig forskel fra forsøgsled til forsøgsled.

Træernes størrelse. Til belysning af kvælstofgødningens eventuelle indflydelse på træernes vækst er der foretaget målinger af træernes højde, krondiameter og stammens omkreds. Endvidere har man ved rydningerne foretaget vejning af hele træet. Resultaterne er angivet i tabel 1.

Ved måling af krondiameter og træhøjde i 1936 har der ingen forskel været mellem forsøgsleddene.

Gennemsnit af alle sorter i 1936:	a.	b.	c.
Krondiameter	4.9 m	5.0 m	4.9 m
Træhøjde	3.5 -	3.5 -	3.5 -

Ved måling af de tilbageværende fire sorter i 1950 var der en antydning af større træer i forsøgsled b:

Krondiameter 1950 i m	6.6	7.0	6.5
Træhøjde i m	4.4	4.8	4.3

Måling af stammeomkreds på Husmoder, Bramley, Boskoop og Cox's Orange 1950 viser, at man har haft den tykkeste stamme efter tidligt udbragt salpeter: Stammeomkreds gennemsnit: a. 98 cm, b. 113 cm og c. 104 cm.

Trævægt ved rydning i 1948 viser også en lille vægtforøgelse efter kvælstofgødskning og mest efter tidlig udbringning. Gennemsnit af Husmoder, Bramley og Belle de Boskoop: Vægt pr. træ ved rydning 1948: a. 500 kg, b. 682 kg, c. 622 kg.

Tabel 1. Forsøg med chilesalpeter til æbletræer.
Blangstedgaard 1933—50.
Træernes størrelse og vægt (gennemsnit pr. forsøgsled).

Sort	Forsøgsled *)	Krondiameter og træhøjde				Stammeomkreds 1950 cm	Trævægt ved rydning kg pr. træ		
		1936		1950			stamme	grene	ialt
		diam. m	højde m	diam. m	højde m				
Husmoder:							januar 1948		
	a	5.6	3.9	7.5	5.0	115	48	371	419
	b	5.9	3.9	7.4	5.1	119	64	526	590
	c	5.6	4.0	7.4	4.8	115	69	533	602
Bramley's Seedling:									
	a	5.2	3.7	6.5	4.3	100	69	441	510
	b	5.2	3.5	7.2	4.3	113	75	630	705
	c	5.2	3.3	6.7	4.3	108	63	532	594
Belle de Boskoop:									
	a	5.5	4.5	8.1	4.5	112	65	505	570
	b	5.9	4.5	7.9	5.3	135	83	667	750
	c	5.8	4.5	6.8	5.3	128	75	596	670
Cox's Orange:									
	a	4.3	3.0	4.3	3.6	65			
	b	4.1	3.0	5.6	3.9	84			
	c	3.8	2.8	5.0	3.2	64			
Beauty of Kent:							februar 1940		
	a	5.1	3.6				16	114	130
	b	5.1	4.1				20	187	207
	c	5.1	4.0				17	141	158
Lanes Prince Albert:									
	a	3.7	2.1				5	31	36
	b	3.7	2.2				5	35	40
	c	3.9	2.2				6	44	50
Gensn. for alle sorter:									
	a	4.9	3.5	6.6	4.4	98			
	b	5.0	3.5	7.0	4.8	113			
	c	4.9	3.5	6.5	4.3	104			

*) a. ingen kvælstofgødning, b. 500 kg chilesalp. udbr. ca. $^{15}/_{3}$
c. 500 » » » » $^{15}/_{7}$.

Tabel 2. Forsøg med chilesalpeter til æbletræer.
Blangstedgaard 1933—50.
Frugtudbytte, kg pr. træ pr. år.

Sort	Forsøgsled*)	Indtil 1932	1933–34	1935–38	1939–42	1943–46	1947–50	1933–50
Husmoder:								
	a	3.2	25	132	141	148	262	154
	b	4.4	50	124	173	175	264	169
	c	3.4	48	131	161	156	187	146
Bramley's Seedling:								
	a	2.9	45	105	175	198	231	162
	b	4.3	76	105	245	277	265	206
	c	3.9	71	109	187	237	233	178
Belle de Boskoop:								
	a	0.1	1	85	115	201	247	144
	b	0.1	20	114	160	208	228	160
	c	0.1	8	82	137	200	213	141
Cox's Orange:								
	a	1.2	22	11	28	40	51	31
	b	0.9	25	11	48	71	78	49
	c	1.2	20	7	29	47	66	35
			1933–36	1936–39	1933–39			
Beauty of Kent:								
	a	2.8	47	66	52			
	b	1.7	57	89	69			
	c	3.0	52	65	54			
Lanes Prince Albert:								
	a	3.0	24	31	25			
	b	2.9	22	29	24			
	c	2.9	26	33	27			

*) a. ingen kvælstofgødning. b. 500 kg chilesalp. udbr. ca. $^{15}/_{3}$
c. 500 » » » » $^{15}/_{7}$

Trævægt ved rydning i 1940 viser samme tendens for Beauty of Kent, medens Lanes Prince Albert ryddet samtidig viser afvigende resultat: a. 36 kg, b. 40 kg og c. 50 kg, altså de største træer efter sent udbragt salpeter.

Hovedresultatet af de foretagne målinger og vejninger af træerne bliver, at salpetergødskningen efterhånden har givet sig udslag i en smule kraftigere vækst i træerne, og at forårs-

udbragt salpeter har haft den største virkning. Forskellen i træstørrelse fra forsøgsled til forsøgsled er dog langt fra så stor, at man har behøvet at tage hensyn dertil ved udtynding i træbestanden og ej heller ved udbytteopgørelsen.

Frugtudbyttet. I tabel 2 er frugtudbyttet for de forskellige forsøgsled angivet pr. træ pr. år. Udbytteopgørelsen omfatter 4-årige perioder. Ved at lade opgørelsen omfatte et lige antal år, elimineres virkningen af hvert-andet-års-bæring, som særlig sorterne Husmoder, Bramley og Belle de Boskoop har haft noget af.

Da gødskningen af arealet fra beplantning og indtil 1932 var ens over det hele, er det naturligt at betragte disse år som en forperiode, af hvilken man skulle kunne se, hvor ensartet træmaterialet har været, med andre ord, om forsøgsledene har »startet på linie«. Desværre har frugtudbyttet i disse år ganske naturligt været så lille, at det ikke siger noget om træernes ensartethed med hensyn til fremtidig bæreevne. Man må nøjes med at konstatere, at forperiodens udbyttetal ikke viser nogen almindelig tendens til, at det ene forsøgsled skulle have fået en dårligere start end det andet.

Ved betragtning af resultaterne bør man erindre, at Beauty of Kent og Lanes Prince Albert kun har deltaget i forsøget i 8 år, medens de øvrige har deltaget hele perioden ud — 18 år.

Af den periodiske udbytteopgørelse i tabel 2 ses, at alle sorter har haft et jævnt stigende udbytte pr. træ hele perioden igennem. Det ses endvidere, at en tydelig tendens ret hurtigt har gjort sig gældende, nemlig at forsøgsled b — forårsudbragt salpeter — har placeret sig godt, og for alle sorter, undtagen Lanes Prince Albert, har vedblevet med at være det bedste hele forsøgsperioden igennem. Udtrykt i forholdstal med udbyttet af forsøgsled b = 100 fås følgende billede:

Forholdstal for frugtudbytte ialt:

		1935—38	1939—42	1943—46	1947—50	1933—50
Husmoder ..... Bramley's Seedling .. Belle de Boskoop .... Cox's Orange.....	a.	98	73	78	74	77
	b.	100	100	100	100	100
	c.	98	83	87	67	83
			kun 1939			1933—39
Beauty of Kent ..... Lanes Prince Alb. ...	a.	97	82	—	—	86
	b.	100	100	—	—	100
	c.	96	80	—	—	92

Hvis man grupperer sorterne efter deres vækstnatur i kraftige, middelkraftige og svagtvoksende, vil man som slutresultat af hele forsøgsperioden få følgende forholdstal for frugtudbytte:

	a.	b.	c.
Kraftigvoksende:			
Husmoder Bramley's Seedling Belle de Boskoop	79—91	100	86—88
Middelkraftigvoksende:			
Beauty of Kent Cox's Orange	63—75	100	71—78
Svagtvoksende:			
Lanes Prince Albert	104	100	113

For alle sorter uden hensyn til vækstnatur og forsøgsperiodens varighed bliver gennemsnitsresultatet

a.	b.	c.
78	100	83

Dette ret betydelige udslag for salpeter til æbletræer er nyt for forsøgsstationen, hvor man hidtil ikke har fået synderligt udslag for kvælstofgødning, selv ved langvarige forsøg. Om det står i forbindelse med rigeligere kaliforsyning eller mere kraftigvoksende trætype end ved tidligere forsøg, vil andre igangværende forsøg måske klarlægge.

F r u g t e n s s t ø r r e l s e. I tabel 3 findes en opgørelse over frugtstørrelsen, angivet i g p r. f r u g t. Ligesom ved frugtudbyttet er også her gjort op i 4-årige perioder for at udligne årsvariationerne.

Man kan vist sige, at frugtstørrelsen overalt har været normal for pågældende sort, og at størrelsesforskellen fra forsøgsled til forsøgsled har været minimal. Forskellen forsøgsleddene imellem bør ses i sammenhæng med udbyttets størrelse. Man vil da finde, at frugtstørrelsen varierer med dette, således at et lille udbytte pr. træ giver de største frugter og omvendt. Taget som helhed for alle sorter vil man finde, at forsøgsled b — forårsudbragt salpeter — har givet de mindste frugter, men dette hænger sammen med, at samme forsøgsled har givet det største frugtudbytte.

Tabel 3. Forsøg med chilesalpeter til æbletræer.
Blangstedgaard 1933—50.
Frugtens størrelse, g pr. stk.

Sort	Forsøgsled*)	1933–34	1935–38	1939–42	1943–46	1947–50	1933–50
Husmoder:							
	a	167	134	115	143	167	143
	b	163	123	106	137	143	131
	c	178	124	107	138	142	133
Bramley's Seedling:							
	a	199	156	133	177	184	166
	b	188	142	132	166	160	154
	c	180	136	134	169	173	156
Belle de Boskoop:							
	a	206	158	122	170	162	147
	b	187	153	126	169	155	135
	c	212	156	114	165	163	135
Cox's Orange:							
	a	72	74	58	90	87	76
	b	72	76	56	97	84	78
	c	79	73	55	94	76	75

		1933–36	1936–39	1933–39
Beauty of Kent:	a	140	130	137
	b	130	126	129
	c	134	133	135
Lanes Prince Albert:				
	a	151	128	142
	b	147	134	144
	c	149	132	143

*) a. ingen kvælstofgødning. b. 500 kg chilesalp. udbr. ca. $^{15}/_{3}$
c. 500 » » » » $^{15}/_{7}$

Frugtens og løvets farve: En sortering af frugtudbyttet af Cox's Orange og Belle de Boskoop lige efter plukning 1939 gav følgende resultat i pct. af hele partiet:

		a.	b.	c.
Cox's Orange	stærkt farvede frugter ...	77	43	28
	svagt do. do. ...	21	48	65
Belle de Boskoop	stærkt do. do. ...	56	17	20
	svagt do. do. ...	39	66	67

En skønsmæssig bedømmelse umiddelbart før plukning 1951 gav følgende gennemsnitsresultat (forsøgsgødskningen har også omfattet 1951) når 0 = grønne og 10 = helt røde frugter a. 8.0, b. 7.5, c. 7.3.

Både sorterings- og karakteresultatet viser, at forsøgsled a., hvor intet salpeter er givet, har haft de stærkest farvede frugter.

Forskellén mellem forsøgsleddene b. og c. er usikker, resultatet går snart den ene og snart den anden vej. Kvælstofgødningen har altså bevirket noget dårligere frugtfarve, men forskellen efter tidlig og sen salpeterudbringning er tvivlsom.

Løvfarven er bedømt de fleste år, oftest to gange — ca. 1. juli og 1. august efter karakterskalaen 1—10, hvor 1 = lyst og 10 = helt mørkegrønt løv. Gennemsnitsresultaterne for årene 1940—45 var: a. 7.6 b. 8.8 c. 8.3

Kvælstofgødningen har bevirket mere mørkegrønt løv, og som ventet efter de anvendte bedømmelsestidspunkter har man fundet den kraftigste løvfarve efter forårsudbragt salpeter.

I andre gødningsforsøg ved forsøgsstationen har man ved bladanalyse konstateret en nøje sammenhæng mellem kvælstofgødskning, løvfarve og løvets procentiske indhold af kvælstof.

Sammendrag.

Forsøgene er udført årene 1932—50 ved statens forsøgsstation, Blangstedgaard, efter følgende plan:

a. Ingen kvælstofgødning.
b. 500 kg chilesalpeter årligt pr. ha, udbragt ca. 15. marts.
c. 500 kg chilesalpeter årligt pr. ha, udbragt ca. 15. juli.

Forsøgsarealet er god lermuldet jord i god gødningskraft, navnlig har kaliforsyningen været særdeles rigelig. Forsøget er gennemført med 3 fællesparceller og en parcelstørrelse på 15×18 m. Seks æblesorter, alle med rodægte træer, har deltaget.

Forsøgets hovedresultat har været, at *chilesalpeter udbragt i juli har givet et lille* og *udbragt i marts et betydeligt merudbytte af frugt* i forhold til grundgødet.

Også frugtens farve har været påvirket, men således at *kvælstofgødning* (navnlig forårsudbragt) *har forringet frugtens dækfarve en del.*

På træstørrelsen har kvælstofgødskningen givet et mindre udslag. Kun forårsudbragt salpeter har givet en smule mervækst i træerne.

På træernes løvfarve er der noteret små, men sikre udslag. Forårsudbragt salpeter har givet det mest mørkegrønne løv.

Summary

Early or Late Nitrogen for Apples.

The experiment compares spring application and summer application of nitrogen to apples.

There are 3 treatments, (a) no nitrogen, (b) 500 kg nitrate of soda pr. ha applied in mid-March, and (c) 500 kg nitrate of soda pr. ha, applied in mid-July.

The soil is a heavy loam with a rather high content of phosphoric acid and potash. The varieties were Husmoder (Bellefleur de France), Bramley's Seedling, Lanes Prince Albert, Belle de Boskoop, Beauty of Kent (Codlin Springrove) and Cox's Orange Pippin. All the trees were on their own roots and were planted in the spring of 1927. The manuring experiment started in 1932 and the present report concerns the years 1932-50. All the Beauty of Kent's and Lanes's had to be removed in the winter of 1939-40 due to lack of space, while the other varieties still take part in the experiment.

The nitrogen has increased the size of the trees slightly, as table 1 shows, and the early supply had the stronger effect.

Table 2 shows the yields in four-year periods. It will be seen that the early application (treatment (b)) has been followed by the largest yields,—with one exception, namely the weak growing variety Lanes Prince Albert, which has yielded its best under treatment (c).

The fruit size seems little influenced by the different treatments. Table 3 shows that treatment (b) has given the smallest fruits, but it should be remembered that same treatment has also given the heaviest yields.

As could be expected treatment (a) has given the best coloured fruits. There is no steady tendency in the difference between treatments (b) and (c) in this respect.

The nitrogen has quite naturally brought about a darker foliage, and treatment (b) has shown the stronger effect here. Investigations in the laboratory have given proof of a rather close connection between leaf colour, nitrogen content of the leaves and the amount of nitrogen fertilizer added to the trees.

Undersøgelser over analysenøjagtigheden ved bestemmelsen af reaktionstal (Rt), fosforsyretal (Ft) og kaliumtal (T_K).

Af **Aage Henriksen.**

Gennem de senere år er kemiske jordbundsanalyser i stigende grad blevet taget i anvendelse som vejledning for kalk- og gødningsanvendelse i praksis. Værdien af den vejledning, jordbundsanalyserne kan give, beror i første række på, hvor stærkt korrelleret analysetallene og gødningsvirkningen i marken er, d. v. s., om analysemetoden er i stand til at vurdere en given jords indhold af det pågældende plantenæringsstof på samme måde som planterne. Dette forhold har gentagne gange — ikke mindst for fosforsyreanalysernes vedkommende — været belyst på grundlag af jordbundsanalyser og merudbyttetal fra gødningsforsøgene.

Ligeledes har det selvfølgelig stor betydning for vejledningens pålidelighed, at de jordprøver, som danner grundlaget for analyserne, er udtaget og blandet omhyggeligt, således at de virkelig er repræsentative for de arealer, analyserne skal gælde for. Undersøgelser over forskellige prøveudtagningsmetoder og prøveudtagningsfejlen er foretaget af konsulent *Moth Bundgaard* og landbrugslærer *Sigurd Larsen* (1).

Men endelig må det, når værdien af jordbundsanalyserne skal bedømmes, tages i betragtning, med hvor stor nøjagtighed de forskellige analysetal kan reproduceres, først og fremmest ved rutineanalyser. Undersøgelser over dette spørgsmål er af betydning for at danne sig en mening om, hvor stor vægt der kan tillægges større eller mindre afvigelser i analysetallene, ligesom en sådan undersøgelse også kan have betydning for vurdering af en analysemetodes egnethed

På grundlag af et materiale på ca. 2200 dobbeltbestemmelser udført ved Statens Planteavls-Laboratorium dels på laboratoriet i Vejle, dels såvel i Lyngby som i Vejle i tiden fra 1. april 1949 til 31. marts 1951 er foretaget nogle beregninger over analysesikkerheden, som vil blive omtalt i det følgende. Ved beregningerne, hvori er medtaget samtlige udførte kontrolanalyser fra det pågældende tidsrum, angiver »gennemsnit I« middeltallet af de resultater, der er udsendt, medens »gennemsnit II« angiver middeltallet af de senere foretagne kontrolanalyser.

G_D angiver gennemsnitsdifferensen og er beregnet af formlen

$$G_D = \frac{\Sigma D}{N}$$

hvor D er differensen mellem parallelbestemmelserne, og N er antal differenser (dobbeltbestemmelser).

m_D angiver middelfejlen på den enkelte differens og er beregnet af formlen

$$m_D = \sqrt{\frac{\Sigma (D \div G_D)^2}{N \div 1}}$$

Dobbeltbestemmelserne fra laboratoriet i Vejle er resultaterne af de kontrolanalyser, som udføres i et antal af 12 hver uge, nemlig 4 for hver af de 3 analyser, Rt, Ft og T_K. Jordprøverne til kontrolanalyser udtages tilfældigt af de i den foregående uge analyserede prøver og sendes til de respektive afdelinger under nye numre, således at personalet er uvidende om, hvilke analyseresultater, der allerede foreligger. Da det »psykologiske« element således er bortelemineret, vil de derved fremkomne resultater være et objektivt udtryk for den nøjagtighed, hvormed resultaterne kan reproduceres ved rutinearbejde.

I. Undersøgelser over analysenøjagtigheden ved bestemmelsen af reaktionstal (Rt).

Ved reaktionstalsbestemmelserne på Statens Planteavls-Laboratorium anvendes kinhydronelektroder med en Veibels elektrode som halvelement. Målingerne udføres ved hjælp af specialbyggede, lysnetdrevne rørvoltmetre. Som normalelement anven-

des en fosfatstødpude med pH 6.8. Rørvoltmetret, hvis konstruktion iøvrigt er beskrevet af *K. A. Bondorff* og *P. Ursin Knudsen* (2), er forsynet med en 3-punkts omskifter, således, at man før hver enkelt måling kan kontrollere apparatet overfor såvel normalcellen som Veibelelektroden, og eventuelt justere det ved hjælp af indstillingsknapper på apparatets frontplade. Dette vil dog ikke være helt tilstrækkeligt til at sikre mod fejl. Dels løber man risikoen for aflæsningsfejl, eventuelt skrivefejl, hvor målingen kun udføres af een person. Endvidere kan platinelektroderne undertiden blive »syge« på en sådan måde, at de måler rigtigt i en stødpudeopløsning, men forkert i en jordopslemning. Derfor måles 2 prøver af hver enkelt jordprøve på 2 forskellige apparater og af 2 forskellige personer. Finder man ved sammenligningen mellem de 2 prøver større differens end 0.2 pH-enheder, tages yderligere 2 prøver af samme jord til kontrol.

Resultaterne af undersøgelserne over analysenøjagtigheden for Rt's vedkommende findes anført i nedenstående tabel 1.

Tabel 1. Analysenøjagtigheden ved bestemmelsen af Rt.

Rt	N	Gns.-Rt		G_D	m_D	% afvigelser på				
		I	II			0.0	0.1	0.2	0.3	> 0.3
< 5.0	4	4.68	4.75	0.075	0.150	75.0	—	—	25.0	—
5.0—6.0	58	5.53	5.54	0.086	0.095	41.4	39.7	13.8	3.4	1.7
6.0—7.0	183	6.52	6.53	0.120	0.103	27.9	42.1	19.1	6.6	4.3
7.0—8.0	100	7.31	7.29	0.129	0.127	38.0	26.0	16.0	11.0	9.0
> 8.0	7	8.09	7.99	0.100	0.108	28.6	42.8	28.6	—	—
Alle prøver	352	6.59	6.59	0.116	0.108	33.6	36.6	17.3	7.4	5.1

Undersøgelserne viser, at middelfejlen på laboratoriebestemmelserne er af omtrent samme størrelse som middelfejlen på prøveudtagningen ved de i (1) nævnte undersøgelser. Og da man ved prøveudtagning i praksis vel sjældent går så systematisk til værks, som det er sket ved disse undersøgelser, må den formodes at være mindre.

Det viser sig tillige, at de lave reaktionstal bestemmes med størst sikkerhed, når bortses fra de to ydergrupper, Rt < 5.0 og Rt > 8.0, der på grund af det ringe antal gentagelser ikke kan formodes at give noget pålideligt udtryk for sikkerheden inden for de nævnte grupper. Årsagen til den større sikkerhed ved de

lavere tal er rimeligvis den, at jorder med højt Rt ofte indeholder større eller mindre partikler af $CaCO_3$, som vanskeligt fordeles helt ensartet i prøven. Der synes ikke at være nogen tendens til, at Rt forandrer sig ved henstand af prøverne.

II. Undersøgelser over analysenøjagtigheden ved bestemmelsen af fosforsyretal (Ft).

Fremgangsmåden ved denne analyse er beskrevet af *Bondorff* (3). Ved de daglige rutineanalyser afprøves fotokolorimetret hver morgen, før målingerne begynder, ved hjælp af 13 standardopløsninger, der danner grundlag for kurven til udregning af Ft udfra ampèremeteraflæsningen. Samme afprøvning finder sted hver gang, der tages nyfremstillede vædsker i brug. Ved hver måling kontrolleres apparatets udslag over for fuld afblænding (mørkepunkt) og blindbestemmelse (lyspunkt); eventuel fornøden indstilling foretages ved hjælp af de på apparatet anbragte indstillingsknapper. Yderligere kontrolleres kolorimeterudslaget ved hjælp af en kuvette med en passende fortyndet opløsning af $CuSO_4$. Af de i dagens løb målte prøver udtages ca. hver 10., fortrinsvis prøver med et fra den pågældende sendings gennemsnit stærkt afvigende resultat, eller 2 efter hinanden følgende prøver med samme resultat, til fornyet afvejning og måling den følgende dag.

I nedenstående tabel 2 er anført resultaterne af beregningerne på de interne kontrolanalyser for Ft.

Indtil 1. oktober 1950 blev rutineanalyserne udført både i Lyngby og Vejle; siden da er alle rutineanalyserne samlet i Vejle. Men alle analyser af jordprøver fra forsøg, hvis resultater bliver

Tabel 2. Interne kontrolanalyser, Ft.

Ft	N	Gns.-Ft.		G_D	G_D i %	m_D	m_D i %
		I	II				
0 — 2.0	24	1.48	1.57	0.125	8.17	0.115	7.52
2.0— 5.0	188	3.61	3.65	0.212	5.84	0.190	5.23
5.0—10.0	100	6.68	6.68	0.302	4.52	0.278	4.16
10.0—20.0	24	12.89	12.93	0.567	4.39	0.479	3.71
over 20.0	9	33.97	32.75	1.888	5.65	2.740	8.21
Alle prøver	345	5.79	5.78	0.301	5.20	0.329	5.68

medbestemmende for den vejledning, som kan uddrages af jordbundsanalyserne, udføres stadig i Lyngby. Det har derfor været, og vil også i fremtiden være en uomgængelig nødvendighed, at der til stadighed udføres sammenligningsanalyser mellem de to laboratorier, således at man kan sikre sig, at analysetallene for samme jord er ens ved de to laboratorier. På den måde får man også kontrol på de anvendte standardopløsninger og reagenser.

Til dette formål udtages hver anden uge på laboratoriet i Vejle 15 Ft-prøver og 15 T_K-prøver tilfældigt af den foregående måneds analyser. Disse prøver sendes til analyse i Lyngby. Resultaterne af alle disse sammenligningsanalyser for tidsrummet 1. april 1949 til 31. marts 1951 er medtaget i de beregninger, hvis resultater — for Ft's vedkommende — er anført i nedenstående tabel 3.

Tabel 3. Sammenligningsanalyser mellem Lyngby og Vejle, Ft.

Ft	N	Gns.-Ft		G_D	G_D i %	m_D	m_D i %
		Lyngby	Vejle				
0 — 2.0	58	1.40	1.36	0.143	10.36	0.098	7.10
2.0— 5.0	257	3.59	3.49	0.226	6.38	0.245	6.92
5.0—10.0	221	6.79	6.68	0.328	4.87	0.270	4.01
10.0—20.0	47	13.24	12.96	0.581	4.44	0.506	3.86
over 20.0	16	25.21	24.75	1.443	5.77	0.991	3.97
Alle prøver	599	5.89	5.77	0.316	5.42	0.313	5.37

Som det fremgår af tabellen er såvel den procentiske gennemsnitsdifferens som den gennemsnitlige, procentiske middelfejl omtrent den samme for sammenligningsanalyserne mellem Lyngby og Vejle som for de interne kontrolanalyser. Men der synes at være en tendens til, at Lyngbys fosforsyretal ligger lidt højere end Vejles, hvilket muligvis kan være forårsaget af, at temperaturen har været højere i Lyngbys fosforsyreafdeling end i Vejles. Dette forhold er nu rettet således, at der ikke mere kan påvises nogen systematisk forskel mellem fosforsyretallene fra de to laboratorier. Middelfejlen ligger på ca. halvdelen af prøveudtagningsfejlen (1).

Den relative (procentiske) fejl er størst for de mindste værdier af Ft. Derefter antager den procentiske middelfejl en omtrent konstant størrelse.

Fordelingen af afvigelserne ses på fig. 1 og 2. Det ses, at 80 pct. af analyserne afviger mindre end 0.35 Ft-enhed, en i sig selv betydningsløs variation.

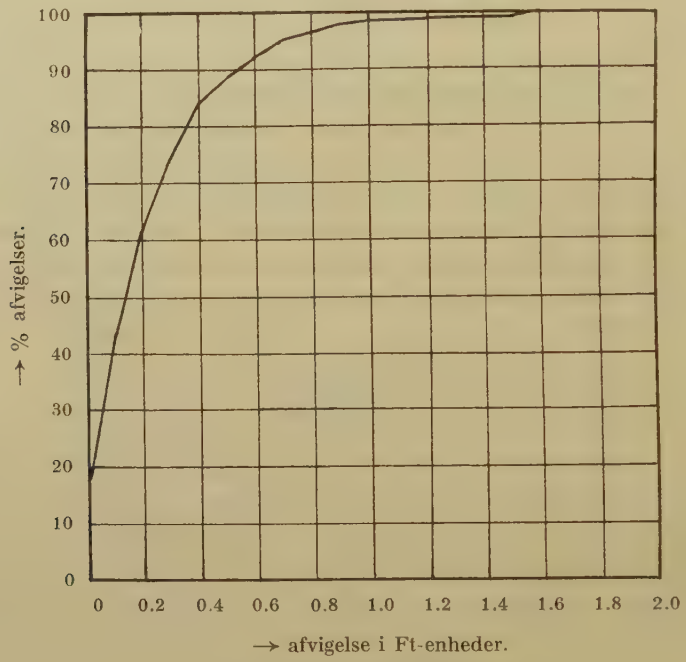


Fig. 1. Fordelingen af afvigelserne ved de interne kontrolanalyser.

III. Undersøgelser over analysenøjagtigheden ved bestemmelsen af kaliumtal (T_K).

Ved kaliumanalyserne anvendes den af *P. Damsgaard-Sørensen* beskrevne fremgangsmåde (4), og der udtages prøver til kontrolanalyse som omtalt ved fosforsyrebestemmelsen. Yderligere udtages der hver dag — på grund af unormale ekstrapolationsværdier — en del prøver til fornyet analyse. I nedenstående tabel 5 findes resultaterne af beregningerne på de interne kontrolanalyser.

Resultaterne viser, at der er betydelig større fejl på T_K-bestemmelserne end på fosforsyre- og reaktionstalsbestemmel-

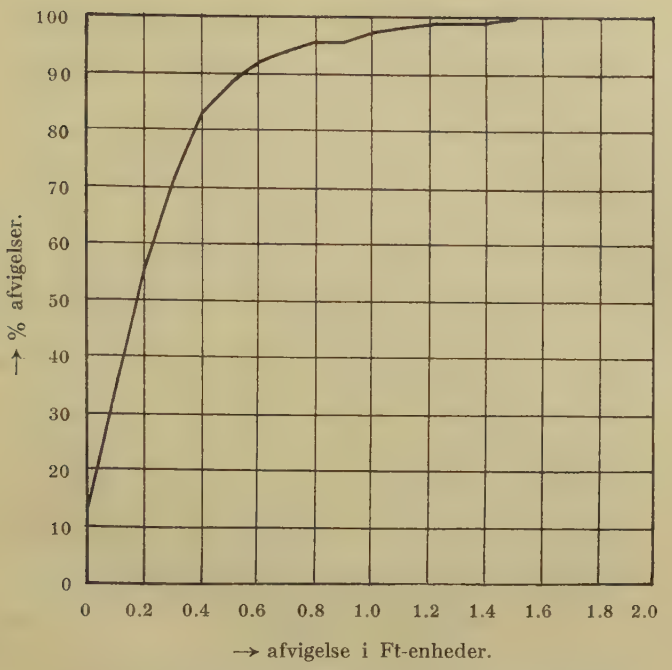


Fig. 2. Fordelingen af afvigelserne ved sammenlignings-analyserne mellem Lyngby og Vejle.

serne. Grunden dertil må søges i, at kaliumanalysen er betydelig mere kompliceret end de øvrige analyser; således fremgår hvert enkelt kaliumtal som resultat af 2 enkeltanalyser, der begge er behæftede med fejl. Endvidere er der væsentlige fejlkilder såvel ved udvaskningen af det ikke helt uopløselige bundfald, som ved titreringen. Det ville derfor være ønskeligt, om kaliumanalysen

Tabel 5. Interne kontrolanalyser, T_K.

T_K	N	Gns.-T_K I	Gns.-T_K II	G_D	G_D i %	m_D	m_D i %
0 — 2.0	7	1.71	1.81	0.328	18.64	0.098	9.77
2.0— 5.0	123	3.70	3.78	0.399	10.69	0.394	10.53
5.0—10.0	148	6.84	6.74	0.522	7.69	0.447	6.58
10.0—20.0	44	12.44	12.01	0.991	8.10	0.708	5.79
Alle prøver	322	6.29	6.22	0.585	8.55	0.467	7.46

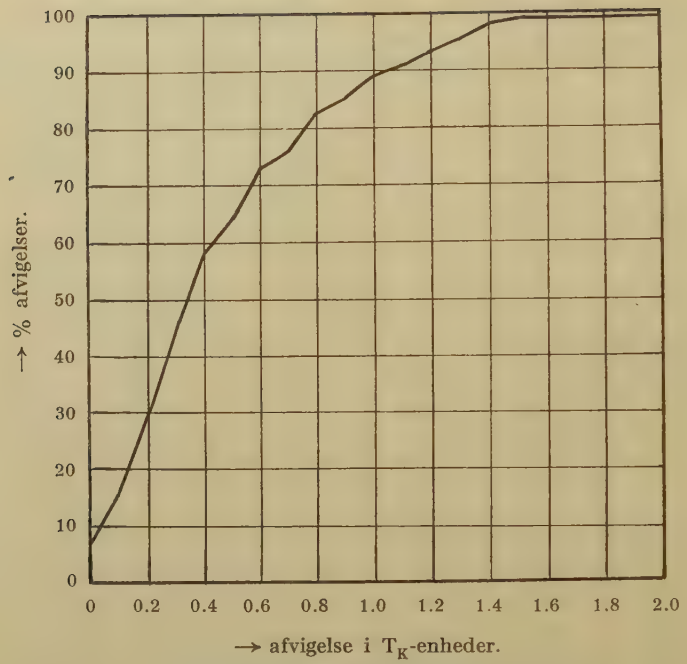


Fig. 3. Fordelingen af afvigelserne ved de interne kontrolanalyser.

Tabel 6. Sammenligningsanalyser mellem Lyngby og Vejle, T_K.

T_K	N	Gns.-T_K		G_D	G_D i %	m_D	m_D i %
		Lyngby	Vejle				
0 — 2.0	29	1.66	1.98	0.434	23.85	0.314	17.25
2.0— 5.0	383	3.51	3.61	0.480	13.48	0.404	11.35
5.0—10.0	163	6.16	6.07	0.585	9.56	0.504	8.24
10.0—20.0	15	13.09	12.66	1.127	8.75	0.960	7.45
Alle prøver	590	4.39	4.44	0.494	11.18	0.449	10.16

kunne forenkles, hvilket der da også i øjeblikket arbejdes på inden for Statens Planteavls-Laboratorium.

Til trods for den større usikkerhed, hvormed kaliumtallene bestemmes, er analysefejlen dog, når bortses fra de lave værdier, T_K 0—2,0, mindre, eller af nogenlunde samme størrelse som prøveudtagningsfejlen, der sikkert vanskeligt vil kunne redu-

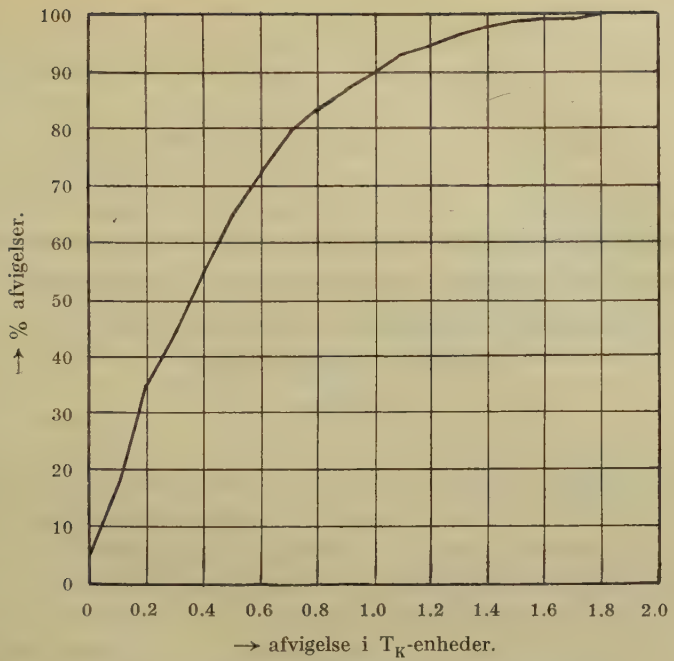


Fig. 4. Fordelingen af afvigelserne ved sammenlignings-analyserne mellem Lyngby og Vejle.

ceres yderligere. Det kan derfor, når bortses fra analyser fra gødningsforsøgene, som regel ikke være påkrævet at forlange større nøjagtighed ved analyserne end den, hvormed prøve-udtagningen kan gennemføres.

Når det gælder jordbundsanalyser fra praksis til vejledning om jordens næringstilstand, er usikkerheden ved analyserne således mindre end den usikkerhed, der er forbundet med prøve-udtagningen i marken.

Litteratur:

1. *Chr. Moth Bundgaard* og *Sigurd Larsen*. Undersøgelser over udtagning af jordprøver. Beretning om Planteavlen på Sjælland 1944, s. 101—19.
2. *K. A. Bondorff* og *P. Ursin Knudsen:* Nogle elektriske måleapparater til brug ved jordbundsanalyser. Tidsskrift for Planteavl, bd. 54. 1951, s. 539—48.
3. *K. A. Bondorff*. Studier over jordens fosforsyreindhold. V. Tidsskrift for Planteavl, bd. 53, 1950, s. 336—42.
4. *P. Damsgaard-Sørensen:* Kationombytning i Jord. Tidsskrift for Planteavl, bd. 46, 1942, s. 1—150.

Foreløbig meddelelse om undersøgelser over ferskenlusens overvintring i Danmark.

Meddelelse fra virusudvalget inden for Akademiet for de tekniske Videnskaber.

Af Ole Heie.

Ferskenlusen *(Myzus persicae* Sulz.) er et af Danmarks værste skadedyr, fordi mange plantevira overføres ved dette vidt udbredte insekts medvirken. En sygdom som bederoernes virusgulsot overføres hovedsagelig af ferskenlusen og i mindre grad af bedelusen og koster samfundet millioner af kroner. Derfor er det af største betydning at kende ferskenlusens levevis. Mange har beskæftiget sig med undersøgelser herover, men kendskabet til dette insekts biologi er ikke omfattende nok, ikke mindst fordi livsbetingelserne varierer fra land til land.

Ferskenlusen overvintrer som æg på fersken. De individer, der klækkes af æggene om foråret, udvikler sig alle til uvingede hunner, der føder unger ved jomfrufødsel (partenogenese). Hanner forekommer altså ikke, og befrugtning er unødvendig for formeringen. I alt udvikles to—tre generationer af partenogenetiske hunner på fersken. Den sidste af dem består af vingede individer (6, 10), som alle forlader ferskentræet i løbet af maj og begyndelsen af juni. Om sommeren lever ferskenlusen på mange forskellige, urteagtige værtplanter (f. eks. bederoe og kartoffel), hvor den udelukkende formerer sig ad partenogenetisk vej og føder unger. I sommermånederne er de fleste individer uvingede, men vingede optræder dog i hele perioden. De vingede lus flyver ikke over på fersken, men over på bederoe, kartoffel o. s. v. I september og oktober udvikles en forholdsvis stor mængde vingede individer, hvoraf en del flyver tilbage

til fersken. Det drejer sig dels om hanner, dels om partenogenetiske hunner, der føder unger. Disse unger udvikler sig til uvingede hunner på fersken, hvor de efter parring med de vingede hanner lægger overvintringsdygtige æg. De individer, der bliver tilbage på sommerværtplanterne, fortsætter med at formere sig ad partenogenetisk vej og føde unger, så længe omgivelserne (temperaturen m. m.) tillader det.

Litteratur om overvintring. Da ferskentræer ikke vokser vildt på vore breddegrader og kun dyrkes i ringe udstrækning, er overvintringen ved æg på ferskentræer ikke tilstrækkelig til at forklare ferskenlusens store udbredelse og talmæssige styrke. Undersøgelser i udlandet har imidlertid vist, at partenogenetiske individer kan overvintre under gunstige betingelser, og at fremkomsten af hanner og æglæggende hunner således er unødvendig for artens beståen.

Mordvilko skrev i 1935 (14, s. 304—306) om ferskenlusen, at ferskentræernes forsvinden fra Europa i slutningen af tertiærtiden måske førte til, at arten begyndte at overvintre på to-flerårige sommerværter. Han kendte ingen iagttagelser over artens overvintring som partenogenetiske hunner i fri natur, men anså det for sandsynligt, at ferskenlusen kunne klare sig i Vesteuropas milde vintre, og at dette muligvis var grunden til, at den var meget almindelig på urteagtige planter, f. eks. i Rhinegnene og Holland.

Dette er blevet bekræftet for Storbritanniens vedkommende af bl. a. *Davies* (5) og for Rhinegnenes vedkommende af bl. a. *Else Haine* (7). Sidstnævnte anfører, at *Mordvilko*'s formodning er blevet bekræftet gennem undersøgelser i de sidste 20 år i følgende områder: Holland, England, Irland, Sydfrankrig og i Tyskland ved Bonn og Elsdorf, og at ferskenlusen i strenge vintre lige så lidt kan overvintre i det fri her som i områder, hvis januar-minimum er mindre end ÷ 11° C. (*Heinze & Profft*, 10, s. 139). Ferskenlusen er i de nævnte områder i milde vintre truffet på kål (især savoykål, grønkål og rosenkål) og spinat, men sjældent på bede.

I de egne, hvor frilandsovervintring må anses for umulig på grund af klimaet, først og fremmest temperaturforholdene, kan partenogenetiske hunner alligevel overvintre visse steder,

nemlig hvor der ved opvarmning eller isolering (boliger, væksthuse, kuler) er skabt et mikroklima med gunstige temperaturbetingelser.

Overvintring i væksthuse og vinterhaver og på potteplanter i hus omtales af mange forfattere (f. eks. *Heinze & Profft,* 9, og *Ossiannilsson,* 15), men anses dog i almindelighed for at være af ringe betydning, bl. a. fordi man i de fleste væksthuse anvender bekæmpelsesmidler. Nogle forfattere (*Sv. G. Larsson,* 13, og *K. Björling,* 1) tillægger dog disse overvintringssteder stor betydning i henholdsvis Danmark og Skåne. I Tyskland har *Else Haine* (8) foretaget grundige væksthusundersøgelser omkring Bonn. Her blev *Myzus persicae* i vinterens løb påvist på en lang række planter af flere forskellige familier.

Overvintring af partenogenetiske hunner på spirende lægge-kartofler i kuler og oplagsrum nævnes bl. a. af *Heinze & Profft* fra Tyskland (9, 10) og i »Review of Applied Entomology« (A-37-febr., 1949) fra Schweiz. *Sv. G. Larsson* (12) mener ikke, at der er store chancer for, at lusene overlever lægningen af kartoflerne.

Overvintringen af partenogenetiske hunner i bederoekuler er i mange år blevet anset for sandsynlig, men undersøgelser med positivt resultat er først blevet foretaget i de senere år i Storbritannien (1946—48, 2, 4). I »Report on Virus Yellows in Europe« (fra I. I. R. B.'s 14. kongres i Bruxelles, febr. 1951) meddeles endvidere fra Holland om overvintring af ferskenlus i roekuler (konstateret i 1949).

Egne undersøgelser over overvintring.

I Danmark har man hidtil kun kendt lidt til ferskenlusens overvintringsforhold. Af denne grund anmodede det af Akademiet for de tekniske Videnskaber oprettede virusudvalg mig i marts 1950 om at foretage undersøgelser herover. I det følgende skal der gives en kort oversigt over de resultater, der er nået gennem undersøgelserne fra marts 1950 til oktober 1951.

1. Af planter i det fri er bl. a. kål og bederoer, overvintrede på blivestedet, undersøgt for ferskenlus. I løbet af vinteren 1950—51 og foråret 1951 undersøgtes kål fra forskellige

steder på Sjælland, samt fra Sønderjylland og Møen, væsentligt grønkål (i alt 520 blade) og rosenkål (i alt 830 hoveder eller sideskud). Endvidere undersøgtes marker med overvintrede bederoer til frøavl, dels i april-maj 1950 (580 planter fordelt på 15 marker på Sjælland), dels i marts, april, maj og juni 1951 (2160 planter fordelt på 49 marker på Sjælland, Lolland og Møen). Men ikke i et eneste tilfælde er der fundet ferskenlus.

Det er muligt, at materialet er for lille til, at man deraf kan slutte, at frilandsovervintring ikke har fundet sted i Danmark 1949—50 og 1950—51. Men det fremgår dog af undersøgelserne, at frilandsovervintring på kål og beder ikke kan have spillet nogen større rolle, om overhovedet nogen.

Nogle forsøg på Virumgaard i 1951 med anbringelse af ferskenlus på planter i det fri har vist, at lusene er i stand til at tåle flere dages frost. Således blev en ferskenlus, som anbragtes på grønkål 12. februar, endnu fundet i live 2. marts, og da havde den fået en levende unge. Den laveste temperatur, målt 20 cm over jordoverfladen, havde været ÷5,7° C., og det længste tidsrum med temperaturer under frysepunktet havde været på 11 dage. Ved et andet forsøg havde to ferskenlus overlevet en temperatur på ÷7,4° C. Endnu et eksempel skal nævnes: En grønkålsplante på »Sophiehøj« (Lolland) inficeredes 13. marts 1951 med ferskenlus, og 29. maj blev der fundet en mængde ferskenlus, som havde bredt sig over en stor del af planten; adskillige af lusene havde vingeanlæg; den laveste temperatur havde været ÷4° C. Disse forsøg viser, at muligheden for overvintring af ferskenlus i det fri ikke er ganske udelukket i en så mild vinter som 1950—51.

2. Overvintring i drivhuse kan finde sted på forskellige planter (f. eks. *Hibiscus*). I vinteren 1950—51 og det følgende forår blev drivhuse i 14 gartnerier besøgt, men der fandtes kun ferskenlus i to gartnerier, begge steder i ringe antal. Det ene sted var lusene lige blevet dræbt, og det andet sted blev der ikke fundet lus ved senere besøg. I de fleste gartnerier gennemfører man en effektiv bekæmpelse med Bladan, parathion, cyan og nikotin, og bladluskolonierne når derfor sjældent at vokse sig rigtig store.

3. Bederoekulerne synes at være et vigtigt overvintringssted i Danmark for ferskenlus; det gælder både kuler med foderroer og kuler med planteroer samt roer i hus.

Allerede i foråret 1949 anstilledes på virusudvalgets foranledning en mindre undersøgelse af roekuler. Med regelmæssige mellemrum undersøgtes tre foderroekuler i Københavns nærhed, uden at det dog lykkedes at finde overvintrede lus (Ugeskrift for Landmænd, nr. 35, side XXVI, 1949).

I foråret 1950 undersøgtes så mange kuler og dynger som muligt, idet der kun foretoges een undersøgelse pr. kule (eller dynge). Hvert sted undersøgtes 35 roer med påsiddende blade fra kulens afdækkede ende eller fra en ekstra åbning et tilfældigt sted foroven eller forneden i kulen. Det samlede antal undersøgte bederoedynger og -kuler var i april, maj og juni 1950 ialt 38, nemlig 30 med foderroer og 8 med stiklingeroer, hvoraf de tre lå på Bornholm, resten på Sjælland. Der blev fundet levende ferskenlus i 21 af kulerne og dyngerne (bl. a. i to på Bornholm), nemlig i 18 foderroekuler og i 3 stiklingekuler. Lusene sad og sugede på friske blade og bladstilke. Procenten af inficerede roer kunne nærme sig 90. Særlige roesorter syntes ikke at være foretrukket. I en stærkt inficeret stiklingekule på Skælskøregnen blev der fundet en vinget ferskenlus allerede 16. april. I foderroekuler konstateredes vingede individer første gang 20. maj, medens der før den tid kun blev fundet unger og uvingede voksne. Lusene syntes at tiltage i antal i løbet af foråret og forsommeren; der fandtes således forholdsvis flere inficerede kuler i maj (67 pct.) end i april (33 pct.), og begge de i juni undersøgte kuler var befængte med ferskenlus.

I foråret og forsommeren 1951 undersøgtes i alt 43 bederoedynger og -kuler, hvoraf tre lå på Als, tre på Møen, een på Lolland og resten forskellige steder på Sjælland. Nogle af kulerne undersøgtes flere gange. Kun i 8 af kulerne og bunkerne (alle på Sjælland) blev der fundet levende ferskenlus. I en niende kule fandtes ferskenlus, der nylig var døde, muligvis på grund af roernes udtørring som følge af gennemtræk i kulen. Desuden påvistes ferskenlus i en kule, der undersøgtes i december 1950.

Det relative antal af lusebefængte kuler voksede ikke i løbet af forsommeren. Således undersøgtes i juni 6 af 7 kuler med negativt resultat. I den ene af disse var der endda fundet ferskenlus i marts.

Det vil ses, at der er en betydelig forskel mellem resultaterne af undersøgelserne i foråret 1950 og foråret 1951. Årsagen hertil kendes ikke, men det er klart, at kendskabet til den vil være af største betydning. Det er sandsynligt, at en mængde faktorer spiller ind, f, eks. markinfektionens størrelse om efteråret, roernes aftopningsgrad, tidspunktet for kulernes tildækning, dækkets art og tykkelse, fugtighedsforholdene og ventilationsforholdene i kulen, roernes spiringsevne m. m.

Om efteråret føres ferskenlus ind i kuler med roer, hvis blade ikke alle er blevet fjernede. Det kan dreje sig om ret store antal lus, idet der lever forholdsvis mange ferskenlus på roemarkerne i oktober, især på virusgulsotangrebne planter (op til gennemsnitlig 4—5 pr. blad). Ifølge iagttagelser i 1950 kan man endnu midt i november træffe ferskenlus på marken på afskårne friske roetoppe og på friske skud på aftoppede roer.

En forholdsvis stor del af lusene findes på de yngste, endnu uudfoldede blade (jvnf. 11), og derved forøges chancen for, at lusene slipper med ind i kulen på ikke helt aftoppede roer. Man måtte derfor vente, at aftopningsgraden vilde være af betydning for ferskenlusens overvintring i kulerne. At stiklingekulerne ikke hyppigere er inficeret med ferskenlus end foderroekulerne, er tilsyneladende bevis for, at aftopningsgraden kun har ringe betydning, men foreløbige iagttagelser synes at vise, at der er færre bladlus på stiklingeroerne på markerne om efteråret end på foderroerne. Dette forhold står utvivlsomt i forbindelse med, at der er en ringere planteafstand i stiklingemarkerne end i foderroemarkerne. Efter hvad engelske iagttagelser tyder på, inficeres den enkelte plante med desto flere bladlus, jo større afstanden mellem planterne er (3).

I en kule med helt aftopppede roer kan der teoretisk ikke leve ferskenlus, fordi de skal have friske blade at suge på, men sådanne kuler forekommer vistnok aldrig.

De fleste af de kuler, som er undersøgt i oktober og november, indeholdt lus, men disses antal aftog i løbet af vinteren. Forsøg med at anbringe ferskenlus på roer i lusetætte gazeposer i en kule (Virumgaard) har vist, at lusenes dødelighed er meget stor om vinteren, og at deres vækst og formering foregår langsomt. Temperaturen i forsøgskulen lå det meste af vinteren mellem 4° og 6° C. Den laveste temperatur, som måltes, var 2,2°.

Det er ikke lykkedes om foråret at konstatere levende efterkommere af nogen af de ferskenlus, der blev anbragt i kulen om efteråret, men hele vinteren igennem har der levet lus i kulen, idet der med mellemrum blev anbragt friske indvider på roer i gazeposer for at studere deres overvintringsforhold. Det er muligt, at de hyppige åbninger af kulen har været en væsentlig årsag til lusenes dødelighed.

Ferskenlusene var i april og især i maj ret livlige og kunne træffes på gazeposens inderside og på roelegemet, hvor de kravlede omkring. Der er derfor en ret stor sandsynlighed for, at ferskenlus om foråret kan vandre fra roe til roe inde i kulen og derved sprede virusgulsoten.

Ferskenlusene synes ikke at være jævnt fordelt i en kule. Muligvis står det i forbindelse med en ujævn fordeling af lusene på marken om efteråret; intet tyder nemlig på, at lusene foretrækker bestemte steder i en kule og søger derhen. En kule i Strøby (Amtskrivergaarden) undersøgtes både i marts og april 1951. Ved første undersøgelse fandtes ingen lus. Ved anden undersøgelse fandtes ferskenlus på omtrent hver tredie roe. I den mellemliggende tid var der taget af kulen, så at der kun var få roer tilbage ved andet besøg. Et andet eksempel viser det samme. Den 7. maj 1950 undersøgtes på Stevns (Klintegaard, Sigerslev) to dynger med foderroer i hus. Dyngerne var blevet lagt af to vogne, der tømte kulen samtidigt, men der blev kun fundet lus i den ene dynge. Endnu flere eksempler på iagttagelser af lusenes ujævne fordeling kunne nævnes.

Tællinger af bladlus på roemarker om efteråret viser store variationer, især for ferskenlusens vedkommende. I større an-

tal synes ferskenlus kun at findes på de af virusgulsot angrebne planter.

I slutningen af maj udvikles der i foderroekulerne vingede individer, som sikkert vil kunne være i stand til at bringe virussmitstoffet fra de nedkulede roer over til 1. års roerne på marken.

To undersøgelser af marker med 1. års roer, der blev foretaget i juli 1950, viser, at en luseinficeret roekule frembyder en alvorlig fare for markerne med de nye roer. Der blev talt lus i hver af de to marker i forskellig afstand fra kulepladsen, og det største antal ferskenlus fandtes i nærheden af denne.

Således fandtes i det ene tilfælde gennemsnitlig 2470 ferskenlus pr. 15 blade 1—24 m fra det punkt i marken, der lå nærmest kulepladsen, men kun 250 ferskenlus pr. 15 blade i markens modsatte ende, 144—168 m fra punktet. Kulen var i følge ejerens udsagn blevet næsten helt fjernet en måned tidligere (Frankriggaard, Brøndbyvester, 19. juli).

I august undersøgtes de samme to marker for angreb af virusgulsot. Det stærkeste angreb blev i begge tilfælde fundet nærmest kulepladsen. Således blev der på den ene mark fundet 61 pct. roer med sikre symptomer på gulsot nærmest kulepladsen og 43 pct. 45 m fra denne (Røde Vejrmøllegaard, Glostrup) og på den anden mark 92 pct. nærmest kulepladsen og 70 pct. 170 m fra denne (Frankriggaard).

Foderroekulerne ligger ofte langt hen på sommeren, hvorved smittefaren forøges, men også stiklingekulerne frembyder en fare som overvintringssted for både ferskenlus og virusgulsot, skønt roerne plantes ud på et tidligt tidsppunkt. Ferskenlusene har nemlig mulighed for at overleve udplantningen og formere sig i marken. Iagttagelser synes imidlertid at tyde på, at lusene oftest går til grunde ved roernes udplantning, formodentlig på grund af bladenes udtørring.

De blade, som fjernes under foderroernes rensning om foråret, kan være luseinficerede trods den ublide medfart, de får, og når jord og roeaffald køres på kompostdyngen eller i marken, er der derfor mulighed for, at lusene kan spredes derfra.

Hvor der anvendes roetop til dækning af kuler med sukkerroeaffald, skabes der herved muligheder for overvintring af

ferskenlus på bladene. Der er således fundet levende ferskenlus midt i marts måned i et sådant roetopdække på Lolland. Roetopdækket var i dette tilfælde atter dækket med halm. I maj var roetopdækket vissent på de fleste affaldskuler, så der syntes ikke at være store chancer for, at ferskenlus, der overvintrer på denne måde, forbliver i live.

Undersøgelserne over ferskenlusens overvintringsbiologi kan ikke betragtes som afsluttede, før det bl. a. er blevet oplyst, hvorfor lusenes optræden i kulerne er så forskellig fra år til år, og hvor stor en rolle overvintringen i ægstadiet spiller i forhold til overvintringen af de partenogenetiske generationer.

I den forløbne tid er der også arbejdet med andre undersøgelser end de ovennævnte. Opmærksomheden har bl. a. været rettet mod ferskentræer og andre *Prunus*-arter, mod kartoffellagre og mod forskellige flerårige urter som overvintringssteder; men disse undersøgelser vil først blive behandlet ved en senere lejlighed.

Som et foreløbigt resultat kan det fastslaas, at ferskenlusen kan overvintre her i landet på tre måder:

1) Som æg på ferskentræer.
2) Som partenogenetiske hunner på forskellige planter i drivhuse og på stueplanter.
3) Som partenogenetiske hunner på roeblade i bederoekuler og affaldskulers roetopdække.

Fremtidige undersøgelser vil forhåbentlig afgøre, om der er flere overvintringssteder, og om overvintringen i bederoekuler er den vigtigste. Først når man har fået kendskab hertil, har man et grundlag for at kunne tilrettelægge et effektivt bekæmpelsesarbejde af ferskenlusen og dermed forebygge en hel del virussygdomme, først og fremmest bederoernes virusgulsot.

Bekæmpelse af bladlus på Vestlolland.

I 1950 foretog forsøgsleder *Viggo Lund*, Sophiehøj, på De danske Sukkerfabrikkers ejendom Stokkemarkegaard en orienterende bekæmpelse med Bladan og Pestox af bladlus på gulsotangrebne bedefrøroer. Da resultaterne var lovende, blev

der det følgende år (1951) på initiativ af De samvirkende danske Sukkerroedyrkerforeninger i en egn med få bederoekuler anstillet forsøg med bekæmpelse af bladlusene i stiklingekulerne om foråret og på bedefrømarkerne i løbet af sommeren. Vestlolland valgtes som forsøgsområde. Forsøgets formål var at vise, om 1. års roerne kunne holdes fri for virusgulsot, når bedefrømarkerne med regelmæssige mellemrum sprøjtedes med Systox eller pudredes med Bladan. Forsøgsområdet begrænsedes mod øst af linien Bandholm-Knuthenborg Skovene-Maribo Søerne-sydkysten og indeholdt 17 bedefrømarker (7 marker med overvintrede roer og 10 med udplantede roer). Der fandtes kun få foderroekuler, hvorfor bedefrømarkerne måtte anses for en af de vigtigste smittekilder for virusgulsot.

Stiklingeroerne overbrusedes med en Systoxopløsning inden udplantningen, for at de ferskenlus, der måtte have overvintret i stiklingekulerne, skulle blive dræbt.

Systox er et nyt middel, der med held er anvendt af forsøgsleder *Viggo Lund* på »Sophiehøj« ved bladlusbekæmpelse i 1950. Det optages af planten og antages at gøre denne giftig for bladlus i 3—4 uger. Da beholdningerne af Systox var ret små, måtte en væsentlig del af den bekæmpelse, der udførtes om sommeren, foretages med Bladan.

For at undersøge bekæmpelsens virkning blev der 4.—7. juli foretaget en optælling af planter med virusgulsot i de fleste af frømarkerne med udplantede roer, medens markerne med frøroer overvintrede på blivestedet blot blev bedømt for virusgulsot. I tilslutning hertil blev der i september, da angrebet måtte antages at være på sit højdepunkt, foretaget en tilsvarende optælling af gulsotangrebne planter i marker med 1. års roer. Resultaterne er meddelt i oversigten på s. 356.

I slutningen af maj blev der fundet en enkelt vinget bedelus ved undersøgelse af frømarkerne, hvorfor sommerbekæmpelsen påbegyndtes allerede i begyndelsen af juni. Halvdelen af markerne pudredes med Bladan den 6. juni, og ved en undersøgelse en uge senere blev der også fundet bedelus på en af disse behandlede marker (en enkelt vinget bedelus med tre små unger pr. 35 planter), mens der samtidig iagttoges vingede bedelus og unger

Oversigt over resultaterne af bekæmpelsen af bladlus og virusgulsot hos bederoer, Vestlolland 1951.

0 — ingen eller uvæsentlige mængder af enten bladlus eller virusgulsot; Vg = virusgulsot; B — Bladan; S — Systox.
-: bladlus konstateret; ┐ ┤ 10—30 % af planterne med større bladluskolonier; ┼ ┤ ┐ 30—50 % af planterne med større bladluskolonier.

Lokalitet	Bedefrøarealet i ha	Virusgulsot $^{4}/_{7}$-$^{7}/_{7}$ [2])	1. besigtigelse				2. besigtigelse				3. besigtigelse				4. besigtigelse				Vg. i % i 1. års roemarker i sept.	
			dato	bedelus	ferskenlus	Bekæmpelse	dato	bedelus	ferskenlus	Bekæmpelse	dato	bedelus	ferskenlus	Bekæmpelse	dato	bedelus	ferskenlus	Bekæmpelse	umiddelbart ved frømark	indtil 300 m fra frømark
Frøroer overvintrede på blivestedet																				
Gurrebygaard	2.5	Vg.	$^{30}/_{5}$	0	0	$^{6}/_{6}$ B	$^{12}/_{6}$	0	0	$^{30}/_{6}$ B	$^{7}/_{7}$	+	0	$^{21}/_{7}$ B	$^{26}/_{7}$	+	0	÷	0	
Piletgaard	0.8	0	$^{30}/_{5}$	0	0	÷	$^{11}/_{6}$	0	0	$^{20}/_{6}$ S	$^{5}/_{7}$	┤	0	:	$^{26}/_{7}$	┐ ┐	0	:	0	0
Tjennemarke	0.3		$^{28}/_{5}$	0	0	÷	$^{12}/_{6}$	0	0	$^{21}/_{6}$ S $^{30}/_{6}$ B				:				:	÷	12?
Skelstofte	5.5	(Vg.)	$^{29}/_{5}$	┼	0	$^{8}/_{6}$ B	$^{12}/_{6}$	0	0	$^{30}/_{6}$ B	$^{6}/_{7}$	0	0	$^{11}/_{7}$ B $^{24}/_{7}$ B	$^{25}/_{7}$	(┐)	0	:	17	
Asserstrup	2.2		$^{29}/_{5}$	0	0	$^{6}/_{6}$ B	$^{12}/_{6}$	0	0	$^{2}/_{7}$—$^{13}/_{7}$ B				$^{24}/_{7}$ B	$^{27}/_{7}$	┼	0	÷	3	
Kappel	1.7	Vg.	$^{29}/_{5}$	0	0	$^{6}/_{6}$ B	$^{13}/_{6}$	0	0	$^{30}/_{6}$ B	$^{4}/_{7}$	+	0	$^{24}/_{7}$ B				:	:	2
Ø. Skovby	3.9	Vg.	$^{29}/_{5}$	0	0	$^{11}/_{6}$ B	$^{13}/_{6}$	0	0	÷	$^{4}/_{7}$	0	0	$^{14}/_{7}$ B	$^{26}/_{7}$	+	0	÷	1	1
Udplantede frøroer.																				
Ø. Skovby	2.2	30	$^{29}/_{5}$	0	0	$^{11}/_{6}$ B	$^{13}/_{6}$	0	0	÷	$^{4}/_{7}$	+	+	$^{14}/_{7}$ B	$^{26}/_{7}$	+	0	÷	4	1
Ullerslev	2.2					$^{6}/_{6}$ B	$^{12}/_{6}$	0	0	$^{30}/_{6}$ B	$^{7}/_{7}$	0	+	$^{24}/_{7}$ B	$^{26}/_{7}$	+	0	÷	3	
Embstrupgaard	0.8	41				$^{6}/_{6}$ B	$^{13}/_{6}$	0	0	$^{28}/_{6}$ B	$^{4}/_{7}$	0	0	÷	$^{26}/_{7}$	+	0	$^{27}/_{7}$B	÷	0
Lille Købelev[1])	2.2					$^{7}/_{6}$ B	$^{12}/_{6}$	+	0	÷				$^{8}/_{7}$ B	$^{27}/_{7}$	+ + +	+	÷	÷	0
Sjælstofte	0.8	18	$^{30}/_{5}$	0	0	÷	$^{11}/_{6}$	┤	0	$^{20}/_{6}$ S $^{30}/_{6}$ B	$^{5}/_{7}$	÷	0	$^{6}/_{7}$–$^{7}/_{7}$ S $^{23}/_{7}$ S	$^{26}/_{7}$	┐	0	:	0	14
Sakshøj	0.8	70	$^{28}/_{5}$	0	0	:	$^{12}/_{6}$	┌	0	$^{20}/_{6}$ S $^{30}/_{6}$ B	$^{5}/_{7}$	┐	+	$^{6}/_{7}$–$^{7}/_{7}$ S $^{23}/_{7}$ S	$^{24}/_{7}$	┌	0	:	15	
Saltvig	1.7	4	$^{30}/_{5}$	0	0	:	$^{12}/_{6}$	+	0	$^{20}/_{6}$ S $^{30}/_{6}$ B	$^{5}/_{7}$	–	--	:	$^{24}/_{7}$	┤ ┤ ┌	+	$^{26}/_{7}$B	42	12
Borresminde	0.8	43	$^{28}/_{5}$	0	0	÷				$^{19}/_{6}$ S $^{30}/_{6}$ B	$^{5}/_{7}$	0	0	:	$^{24}/_{7}$	┐ ┤	0	$^{28}/_{7}$B	4	
Vesterborg	0.9	18	$^{29}/_{5}$	0	+	:	$^{12}/_{6}$	┌	┐	$^{12}/_{6}$ S $^{3}/_{7}$ B	$^{6}/_{7}$	0	.	:	$^{25}/_{7}$	┐ ┐	┤	$^{28}/_{7}$B	44	6
Stokkemarkeg	1.2	16	$^{28}/_{5}$	0	0	÷	$^{12}/_{6}$	+	0	$^{19}/_{6}$ S $^{30}/_{6}$ B	$^{5}/_{7}$	┐	0	÷	$^{25}/_{7}$	+	+	$^{26}/_{7}$B	÷	0

[1]) Her blev stiklingeroerne ikke behandlede med Systox inden udplantningen. [2]) For udplantede roer i pct.

i forskellige aldre på fem af de otte ubehandlede frømarker. Disse sprøjtedes med Systox i dagene mellem den 12. og den 21. juni. Omkring den 1. juli pudredes de fleste marker med Bladan fra flyvemaskine, og da markerne undersøgtes nogle dage efter, konstateredes kun mindre luseangreb (indtil 7 pct. af planterne med større bedelus-kolonier), og der sås mængder af døde bedelus. I sidste halvdel af juli blev de fleste marker atter pudret, og ved en samtidig undersøgelse fandtes op imod 50 pct. stærkt bedelusangrebne planter i de fleste endnu ubehandlede marker, men kun 0—1 pct. i de pudrede marker, undtagen på de steder af markerne, der grænsede op til blomstrende sennep. Her havde man nemlig ikke turdet pudre af hensyn til bierne.

Ferskenlus blev aldrig fundet i så store mængder som bedelus. Ikke en eneste gang blev der fundet ferskenlus i markerne med overvintrede roer, mens de fleste marker med udplantede roer fandtes inficerede med ferskenlus i juli måned. Ved undersøgelse af bedefrømarker andre steder i landet blev der gennemgående fundet flere bladlus på marker med udplantede roer end på marker med overvintrede roer. Dette forhold kan måske stå i forbindelse med den større indbyrdes planteafstand mellem de udplantede roer, idet der ankommer desto færre bladlus til den enkelte plante, jo tættere plantebestanden er (3). For ferskenlusens vedkommende kan der endvidere foreligge den mulighed, at nogle individer, der har overvintret i kulen, har overlevet udplantningen.

De vestlollandske stiklingeroer blev som nævnt Systox-behandlede inden udplantningen, men da der på en af markerne med udplantede roer blev fundet mange uvingede ferskenlus på et par planter allerede den 29. maj (Holmegaard i Vesterborg), er det sandsynligt, at de stammede fra lus, der havde overvintret i kulen. Endnu den 6. juli fandtes der levende ferskenlus (foruden døde individer) samme sted i marken, skønt marken blev sprøjtet med Systox den 12. juni og pudret med Bladan den 3. juli, hvorfor der er grund til at tvivle på giftstofbehandlingens virkning.

I øvrigt synes bekæmpelsen at have haft samme virkning på ferskenlusene som på bedelusene, idet der i reglen blev fundet flest ferskenlus (på mindst 12 pct. af planterne) på de stærkest bedelusangrebne marker.

I september foretoges optællinger af virusgulsotprocenten i en del 1. års roemarker både inden for det vestlollandske bekæmpelsesområde og udenfor. Optællingerne foretoges af sekretær *Hans R. Hansen*, Statens plantepatologiske Forsøg. Der blev ikke set stærke angreb af virusgulsot på Vestlolland, hverken i umiddelbar nærhed af frømarker eller langt fra disse; f. eks. blev der i 5 marker med 1. års roer, der lå mindst 1 km fra frømarker, kun fundet følgende procenter af virusgulsot: 16, 0, 4, 0 og 0. Da der imidlertid overhovedet kun blev konstateret få stærke angreb enkelte steder i Danmark i 1951 (f. eks. i egnen syd for Stubbeköbing), kan der ikke gives noget sandsynlighedsbevis for, at bladlusbekæmpelsen alene er årsag til den ringe smitte.

Virusgulsotprocenten i 1. års roer varierede de fleste steder på Vestlolland mellem 0 og 12 (op til 26 pct. i pletter) og var — på to undtagelser nær — ikke større i frømarkernes umiddelbare nærhed end fjernt fra frømarker.

I disse to tilfælde, Holmegaard i Vesterborg og Thomasminde i Saltvig, konstateredes henholdsvis 44 og 42 pct. virusgulsot i 1. års roer nærmest frømarken og 6 og 12 pct. et stykke derfra. De to frømarker fandtes netop stærkest ferskenlusinficerede af samtlige vestlollandske bedefrømarker i slutningen af juli. De var ikke angrebet særlig stærkt af virusgulsot, hvorfor dette ikke kan være grunden til, at de er de eneste vestlollandske bedefrømarker, der påviseligt har smittet tilstødende 1. års roemarker. Ved optælling i begyndelsen af juli blev der fundet 14—21 pct. virusgulsot i frømarken ved Vesterborg og kun 3—5 pct. i frømarken ved Saltvig. Flere andre vestlollandske frømarker var langt stærkere angrebet, således Sakshøj ved Maribo, hvor der taltes 56—83 pct. I en umiddelbart tilstødende 1. års roemark taltes her i september kun 6—12 —26 pct. virusgulsot. Frømarken på Sakshøj var imidlertid en af de marker, som var blevet oftest giftstofbehandlet, idet den var behandlet fire gange (Systox: 20. juni, Bladan: 30. juni, Systox: 6. juli—7. juli, Systox: 23. juli). Frømarkerne i Vesterborg og Saltvig var som de fleste andre marker kun behandlet tre gange.

Forsøget må gentages andre år, inden der kan drages nogen endelig slutning med hensyn til bekæmpelsens virkning. Et

nøjere kendskab til foderroekulernes betydning for ferskenlusens overvintring og sygdommens spredning vil være nødvendigt for at gennemføre bekæmpelse andre steder i landet, hvor der er mange foderroekuler.

SUMMARY

PRELIMINARY REPORT ON INVESTIGATIONS CONCERNING OVERWINTERING OF GREEN PEACH APHIS (*Myzus persicae* Sulz.) IN DENMARK

Report from the VIRUS COMMITTEE of the DANISH ACADEMY AF TECHNICAL SCIENCES

In the winters of 1949—50 and 1950—51 the green peach aphis was not found overwintering on beet crops and kale in the field. Aphides were set out on kale in February and March and some of them were still alive after several days' exposure to temperatures below 0° C. (minimum ÷7,4° C.).

Only few peach aphides were observed in green-houses (e. g. on Hibiscus).

Clamps with beet for feeding as well as with stecklings seem to be very common overwintering places. The occurrence of aphides in clamps seemed to be more common in 1949—50 than in 1950—51. The aphides were not always found everywhere in the same clamp.

Two investigations (summer, 1950) of beet crops show spreading of green peach aphides and virus yellows from infected clamps.

In the autumn, before clamping, peach aphides were generally found in beet fields in spots with symptoms of virus yellows.

In the summer of 1951 seventeen beet seed crops in West Lolland were sprayed with Systox and dusted with Bladan several times in order to kill the virus spreading aphides, the green peach aphis and the black bean aphis (D o r a l i s f a b a e Scop.). The stecklings were sprayed with Systox before planting. The attacks of virus yellows on beets in Denmark in 1951 were inconsiderable, so it cannot be said with certainty that the spraying and dusting hindered spreading of virus yellows in West Lolland. From two of the seventeen beet seed fields spreading of virus yellows to neighbouring first year's beet fields was observed.

LITTERATURLISTE

1. *Björling, K.:* Virusgulsot hos betor. Sjukdomsbild och inverkan på den svenska sockerbetskörden. Socker Handlingar. Årg. 5. 1949, p. 119—140.
2. *Broadbent & Hull:* Aphides in root clamps. Agriculture 54, 1947, p. 319.
3. *Broadbent:* Aphis migration and the efficiency of the trapping method. Ann. Appl. Biol. 35. 1948, p. 379—394.

4. *Broadbent, Cornford, Hull & Tinsley:* Overwintering of aphides, espec. Myzus persicae (Sulzer), in root clamps. Ann. Appl. Biol. 36. 1949, p. 513—524.
5. *Davies, W. M.:* Studies on aphides infesting the potato crop (II). Ann. Appl. Biol. 21. 1934, p. 283—299.
6. *Doncaster & Gregory:* The spread of virus diseases in the potato crop. Agricult. Research Council. London 1948.
7. *Haine, Else:* Zur Frage der Überwinterung von Myzodes persicae Sulz. an Sekundärwirten. I. Das Vorkommen der grünen Pfirsichblattlaus an Wintergemüse der Kölner Bucht und ihrer Randgebiete in ausgehenden Winter 1948—49. Anzeiger für Schädlingskunde 23. 1950, p. 81—86.
8. *Haine, Else:* Zur Frage der Überwinterung von Myzodes persicae Sulz. an Sekundärwirten. II. Myzodes persicae Sulz. und andere an Kartoffeln vorkommende Aphiden in den Gewächshäusern von Bonn. Anzeiger für Schädlingskunde 24. 1951, p. 97—103, p. 120.
9. *Heinze & Profft:* Zur Lebengeschichte und Verbreitung der Blattlaus Myzus persicae in Deutschland und ihre Bedeutung für die Verbreitung von Kartoffelviren. Landwirtsch. Jahrb. 86. 1938.
10. *Heinze & Profft:* Über die an der Kartoffel lebenden Blattlausarten und ihren Massenwechsel im Zusammenhang mit dem Auftreten von Kartoffelvirosen. Mitt. Biol. Reichsanst. Land- und Forstwirtsch. Hft. 60. 1940.
11. *Kennedy, Ibbotson & Booth:* The distribution of aphid infestation in relation to leaf age. I. Myzus persicae (Sulz.) and Aphis fabae Scop. on spindle trees and sugar-beet plants. Ann. Appl. Biol. 37. 1950, p. 651—679.
12. *Larsson, Sv. G.:* Bladlusene og deres Betydning som Virusspredere på Beder og Kartofler. Tidsskr. f. Planteavl 45. 1941, p. 97—139.
13. *Larsson, Sv. G.:* Iagttagelser over Ferskenlusen. Myzus persicae Sulz. Dens Overvintring i Danmark. Tidsskr. f. Planteavl 47. 1943, p. 171—178.
14. *Mordvilko:* Die Blattläuse mit unvollständigem Generationszyklus und ihre Entstehung. Ergebnisse und Fortschritte der Zoologie VIII. 1935, p. 36—328.
15. *Ossiannilsson, F.:* Studier över de svenska potatisfältens insektfauna och dess betydelse för spridning av virussjukdomar. I. Hemiptera. Stat. Växtskyddsanst. Stockholm. Medd. nr. 39. 1943.

Farvetavlerne er udarbejdet af malerinden, fru *Bodil Strubberg* efter levende dyr. De forestiller parthenogenetiske (jomfrufødende) hunner af ferskenlus og bedelus, nemlig den vingede og den uvingede, voksne form, samt sidste ungdomsstadium (nymfestadium) af den vingede form.

Hos ferskenlusen sidder følehornene på pandeknuder med indadrettede fremspring. Rygrørene er oftest noget fortykkede i nærheden af spidsen. Farven er meget varierende (gullig, grøn eller rødlig, det sidste især hos nymfen).

Bedelusen er sort og har ofte hvide voksbånd tværs over bagkroppen (det gælder især nymfen). Dens følehorn og rygrør er kortere end ferskenlusens.

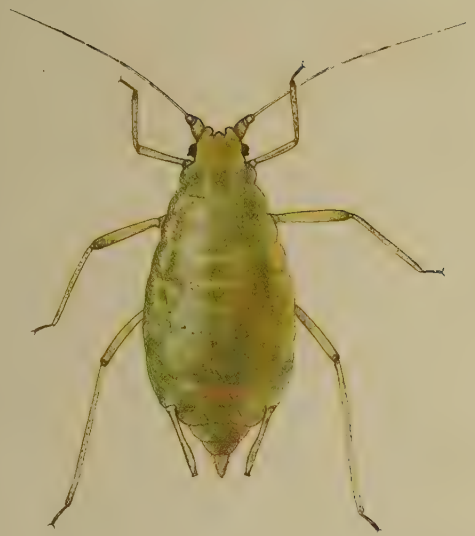
Ferskenlus *(Myzus persicae* Sulz.), ×20.
Vinget, parthenogenetisk hun. – Winged parthenogenetic female.

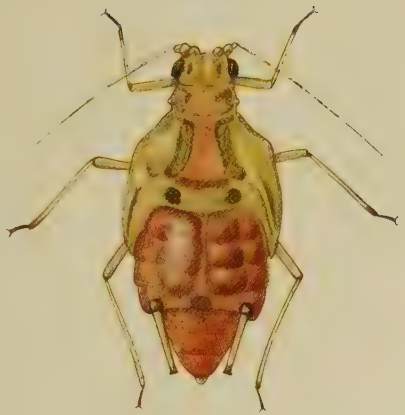
EGMONT H. PETERSENS KGL. HOF-BOGTRYKKERI

BODIL STRUBBERG PINX

EGMONT H. PETERSENS KGL. HOF-BOGTRYKKERI

BODIL STRUBBERG PINX.





Ferskenlus *(Myzus persicae* Sulz.), × 20.

Uvinget, parthenogenetisk hun.
Apterous parthenogenetic female.

Hunlig nymfe med vingeanlæg.
Nymph of winged parthenogenetic female.

Bedelus *(Doralis fabae* Scop.), ×20.
Vinget, parthenogenetisk hun. – Winged parthenogenetic female.

EGMONT H. PETERSENS KGL. HOF-BOGTRYKKERI

BODIL STRUBBERG PINX.

EGMONT H. PETERSENS KGL. HOF-BOGTRYKKERI

BODIL STRUBBERG PINX.

Bedelus *(Doralis fabae* Scop.), ×20.

Uvinget, parthenogenetisk hun.
Apterous parthenogenetic female.

Hunlig nymfe med vingeanlæg.
Nymph of winged parthenogenetic female.

Årsoversigt for Statens Ukrudtsforsøg 1950.

Ved
H. Ingvard Petersen.

Nærværende beretning giver en kort oversigt over: 1. personale, 2. forsøgsarbejdet, 3. oplysningsarbejdet, 4. vejrforholdene og 5. ukrudtsplanternes optræden og mulighederne for disses bekæmpelse.

1. Personale.

Afdelingsbestyrer: landbrugskandidat *H. Ingvard Petersen.*

Assistenter: landbrugskandidat *Søren Thorup,* havebrugskandidat *Anne Hammarlund* og landbrugskandidat *Karen Ravn.*

Medhjælp ved forsøgsarbejdet: *Holger Bøjstrup.*

2. Forsøgsarbejdet.

De i arbejdsplanen for 1950—51 anførte forsøgsopgaver blev i alt væsentligt gennemført. Der blev tillige udført et omfattende forsøgsarbejde vedrørende afprøvning af nye kemiske bekæmpelsesmidler. Der blev udført ialt 254 ukrudtsforsøg i marken, endvidere blev der udført 32 forsøg i laboratoriet.

I det forløbne år blev der anmeldt 33 nye kemiske ukrudtsmidler til afprøvning, heraf var 17 hormonpræparater, 5 petroleum, 2 dinitroortokresol, 2 dinitrobutylfenol, 2 trikloreddikesyre, 1 calciumklorat og 4 havde anden ikke nærmere oplyst sammensætning.

Under forsøgsarbejdet har der været godt samarbejde med *statens forsøgsstationer, landbo- og husmandsforeningerne, havebrugsorganisationerne* og med en række andre institutioner, *Kemikaliekontrollen, Landbohøjskolen, Statsfrøkontrollen* m. fl.

3. Oplysningsarbejdet.

I løbet af året blev der ialt besvaret 1158 forespørgsler, dels skriftlige, dels telefonisk og dels ved besøg. Endvidere blev der udsendt trykte vejledninger til konsulenter o. a. vejledere samt til private forespørgere. Det samlede antal forespørgsler og udsendelser af meddelelser, tryksager og andre publikationer udgjorde ialt 9888, der fordeler sig således:

Ukrudtsplanter og disses bekæmpelse	336
Ukrudtsbekæmpelse i forskellige kulturer	502
Brugen af kemikalier	320
Meddelelser, andre trykte vejledninger m. m.	8730

Antallet af forespørgsler vedrørende brugen af de forskellige kemikalietyper fremgår af følgende:

Hormonpræparater	114
Aerocyanat	68
Dinitrobutylfenol	36
Petroleumspræparater	35
Dinitroortokresol	23
Natriumklorat	17
Kobberpræparater	7
Kalkkvælstof	4
Andre kemikalier	16

En beretning: »Forsøg med kemiske midler mod ukrudt i vårsæds- og stubmarker« er optaget i Tidsskrift for Planteavl 53. bind, 1950, side 678—708.

Der er udsendt 3 meddelelser nemlig: 417. Hormonpræparater til bekæmpelse af ukrudt, 450. Ukrudtsbekæmpelse i kepaløg (zittaurløg) og porrer og 451. Ukrudtsbekæmpelse i gulerødder, selleri m. fl.

I januar 1950 blev der for første gang udsendt liste over anerkendte kemiske ukrudtsmidler. Listen omfattede 8 hormonpræparater.

I årets løb udkom der endvidere to bøger. Den ene er en større håndbog med titlen: »Ukrudt og Ukrudtsbekæmpelse«. Bogen, der er udgivet af Det kgl. danske Landhusholdningsselskab, er skrevet af *P. Grøntved, Henry Frederiksen* og *H. Ingvard Petersen*.

Om bogens indhold skal blot nævnes, at der omtales ca. 150 af de vigtigste ukrudtsplanter, 16 meget ondartede ukrudtsplanter er afbildet i farver, og andre findes i stregtegning. Endvidere findes der tegninger af 96 kimplanter med tilhørende bestemmelsesnøgle. Fremgangsmåden ved ukrudtsbekæmpelsen i de enkelte afgrøder og omtalen af hjælpemidlerne, dels mekaniske, dels kemiske, lægger beslag på en stor del af bogens sidetal.

Den anden bog er i samarbejde med Det kgl. danske Landhusholdningsselskab udgivet af Det Danske Gødnings-Kompagni med titlen: »Ukrudt«. Bogen, der er skrevet af *H. Ingvard Petersen*, blev trykt i ca. 25000 eksemplarer. Den uddeles gratis og er allerede »udsolgt«. Hovedvægten i bogen er lagt på omtalen af de mest ondartede ukrudtsplanter, der er afbildet i farver, og på brugen og virkningen af de nyeste kemiske midler.

De malede billeder, både til denne og den foran omtalte bog, er udført af malerinden frk. *Ellen Olsen*.

Der blev endvidere skrevet 10 faglige artikler og ydet 17 foredrag.

Udlån af udstillingsmateriale omfattede ialt 36 udstillinger arrangeret af 36 landøkonomiske foreninger inden for land- og havebrug. Det udlånte materiale omfatter ialt 266 udstillingstavler.

I august måned blev der hos konsulenter, maskinstationer m. fl. indhentet oplysninger om erfaringer om virkningen af kemiske ukrudtsmidler i 1950. Der indkom 107 besvarelser. Hovedindholdet af oplysningerne er offentliggjort i »Dansk Landbrug« nr. 2 og 3, 1951.

4. Vejrforholdene.

En stor nedbør og en høj middeltemperatur var karakteristisk for vækståret 1949—50.

Nedbør. Den samlede nedbørsmængde var fra 1. oktober 1949 til 30. september 1950 ialt 788 mm hvilket er 26 pct. over normalen.

Nedbørsmængden i de enkelte måneder i landbrugsåret samt normal nedbør fremgår af følgende:

		Nedbør i landbrugsåret 1949—50	Normal nedbør	Afvigelse fra normalen
Oktober	1949	56	66	÷10
November	—	55	53	+ 2
December	—	84	58	+26
Januar	1950	40	44	÷ 4
Februar	—	75	34	+31
Marts	—	31	41	÷10
April	—	52	40	+12
Maj	—	23	42	÷19
Juni	—	38	47	÷ 9
Juli	—	103	64	+39
August	—	115	80	+35
September	—	116	57	+59

Det vil af forannævnte fremgå, at nedbørsforholdene i de enkelte måneder ofte afviger meget stærkt fra normalnedbøren. Oktober, november og januar gav nogenlunde normal nedbør, medens december og februar var meget regnrige. December havde således 26 og februar 31 mm over normalen. Marts, maj og juni var årets tørreste måneder med henholdsvis 10, 19 og 9 mm under normalen. Til gengæld var landbrugsårets tre sidste måneder overordentlig regnrige. Nedbøren i juli lå således 39 mm over normalen, i august 25 og i september endog 59 mm over normal nedbør, hvilket for sidstnævnte måned vil sige en fordobling af nedbøren.

Temperaturen. Middeltemperatur og normal temperatur i C° i de enkelte måneder fremgår af følgende:

		Middeltemperatur	Normaltemperatur	Afvigelse fra normalen
Oktober	1949	11.1	8.1	+3.0
November	—	5.8	4.1	+1.7
December	—	4.0	1.6	+2.4
Januar	1950	÷0.2	0.1	÷0.3
Februar	—	1.6	÷0.1	+1.7
Marts	—	4.1	1.6	÷2.5
April	—	6.5	5.5	+1.0
Maj	—	12.4	10.7	+1.7
Juni	—	15.4	14.2	+1.2
Juli	—	16.2	16.0	+0.2
August	—	17.3	15.3	+2.0
September	—	13.0	12.3	+0.7

Den høje temperatur, der var karakteristisk for efteråret 1949, fortsatte til slutningen af oktober.

Med undtagelse af januar, der havde 0,3° C under normalen, var vinteren mild med temperaturer over normalen. Februar havde midt i måneden en varmeperiode, men denne afløstes af en eftervinter, der varede til lidt ind i marts. April og maj havde ikke større temperatursvingninger.

Middeltemperaturen blev høj i juni. Dette skyldes især en varmeperiode i begyndelsen af måneden, hvor temperaturen gik op til 25—30° C. Juli havde vekslende temperaturer med varmest vejr omkring den 10. og 21.. August havde smukt og varmt vejr. Den højeste temperatur i september forekom i dagene 21.—23., iøvrigt varmt vejr i begyndelsen og køligt vejr i slutningen af måneden.

5. Ukrudtsplanternes optræden og mulighederne for bekæmpelsen.

Fremtrædende ukrudtsplanter var især »agerkål« og mælkebøtte. Agertidsel og agersvinemælks optræden var af omtrent normalt omfang. Selv om de gule korsblomstrede var talrige i 1950, var der alligevel længere imellem de gule marker, end der ofte ses. Grunden var utvivlsomt det omfattende sprøjtearbejde, der udføres.

Virkningen af de kemiske ukrudtsmidler var gennemgående bedre i 1950 end i 1949, et forhold der først og fremmest skyldes vejrforholdene. Særlig var virkningen i vårsædsmarkerne tilfredsstillende.

Erfaringerne kan iøvrigt i store træk samles i følgende:

1) Overvejende tilfredshed med midlernes virkning i vårsæd.
2) Overraskende stærk skade i mange marker med oliehør.
3) En del skader på frøgræs og ærter.

De i vintersæds- og frøgræsmarker forekommende ukrudtsplanter var som sædvanlig ret vanskelige at bekæmpe. Behandlingstidspunktet synes at være af meget stor betydning. Sprøjtningen bør foretages, medens planterne endnu står på rosetstadiet.

Man har fra tidligere år haft erfaring for, at oliehør udmærket tåler behandling med hormonpræparater af M-typen, især når der kun anvendes $^1/_2$ kg virksomt stof pr. ha. Alligevel forekom en del skader på oliehør. Disse skader stod i mange tilfælde i forbindelse med den tørkeperiode, der satte ind i maj måned. Hør er meget tørkefølsom, og der er ingen tvivl om, at den enkelte steder i 1950 af sprøjtningen fik et skub i uheldig retning, især var dette tilfældet, hvor man sprøjtede for sent, eller anvendte for store mængder af præparatet. Da man ikke kender vejrforholdene, der følger efter behandlingen, bør man nøje overvåge de forhold under behandlingen, som især ved efterfølgende uheldige vejrforhold kan blive af katastrofal karakter. De vigtigste er, at hørren bør behandles, når den er 4—8 cm høj, og at der ikke anvendes over $^1/_2$ kg virksomt stof (altid af M-typen) pr. ha.

Grunden til at ærterne blev svedet en del af dinitrobutylfenol skyldes ligeledes vejrforhold og for store mængder af kemikaliet. Skaderne var størst, hvor der blev sprøjtet på våde planter, og der fulgte stærkt solskin efter. Behandlingen bør foretages i tørt og ret køligt vejr, medens behandling i dug eller støvregn samt i brændende sol (høj temperatur) bør undgås.

I sommermånederne var vejrforholdene gunstige for ukrudtsbekæmpelsen også i roemarker og i andre rækkesåede afgrøder.

Til gengæld var efteråret så regnrigt og bød på så ustadigt vejr, at man de fleste steder ikke fik gennemført den »efterårsbrak« i stubmarkerne, som har så stor betydning, især for bekæmpelse af visse ukrudtsplanter, kvik m. fl., som man ikke kan ramme med kemiske midler i vækstperioden.

Ved Statens Ukrudtsforsøg takker man medarbejdere og institutioner og andre, som man i årets løb har haft godt samarbejde med.

Summary.

The Danish Institute for Weed Research 1950.

The Experimental Work.

Field and laboratory experiments were carried out according to the working schedule for 1950—51. At the State Institute for Weed Research 254 weed experiments in the field were carried out and 32 laboratory experiments.

33 new chemicals were entered for testing purposes, 17 hormonepreparations, 5 preparations containing oil, 2 dinitro-orto-cresol, 2 dinitro-butyl-phenol, 2 trichlore

acetic acid, 1 calcium chlorate and 4 preparations with other not given chemical compositions.

The experimental work has been carried out in good collaboration with the State Experimental Stations, the Farmers Unions and Smallholders Unions, the Gardening Organisations and with a great number of other institutions as the Control of Chemicals, the Royal Veterinary and Agricultural College, the Seed Testing Station and others.

The Work of Information.

The number of inquiries and instructions publicated amounted to 9888, classified as follows:

Weed plants and the control of these	336
Weed control in different cultures	502
The use of chemicals	320
Leaflets, other printed instructions etc.	8730

The interest for informations about the use of the different chemicals appears from the following number of inquiries:

Hormonepreparations	114
Aerocyanate	68
Dinitro-butyl-phenol	36
Praparations containing oil	35
Dinitro-orto-cresol	23
Sodium chlorate	17
Copper compounds	7
Calcium cyanamide	4
Other chemicals	16

A report: »Experiments with chemicals against weed in spring sown seed and in stubble fields« has been printed in »Tidsskrift for Planteavl« (Journal of Plant Culture), Vol. 53, 1950 page 678—708.

3 leaflets have been published: No. 417. Hormonepreparations for weed control, No. 450. Weed control in Kepa onions (Ziltaur) and leeks, and No. 451. Weed control in carrots, celeriac etc.

In January 1950 for the first time a list of the approved chemicals against weed has been published. The list contains 8 hormonepreparations.

During the year two books have been published. One a larger hand-book with the title: »Ukrudt og Ukrudts bekæmpelse«, »Weed and Weed Control« has been issued by The Royal Agricultural Society of Denmark and written by *P. Grøntved, Henry Frederiksen* and *H. Ingvard Petersen.*

The other has been issued by Det Danske Gødnings-Kompagni (The Danish Fertilizer Sales Company) in collaboration with The Royal Agricultural Society of Denmark titled: »Ukrudt« (Weed). The book has been written by *H. Ingvard Petersen.*

The painted illustrations of both books have been made by the painter Miss Ellen Olsen.

10 scientific articles have been published and 17 lectures have been held.

For 36 exhibitions arranged by 36 Agricultural Societies within agriculture and horticulture, exhibition material has been lent out. The material which was lent out contained 266 exhibition plates in all.

From the questionnaires sent out by the Institute 107 answers were entered from agriculture.

The Distribution of Weed Plants.

Prominent weed plant was especially Charlock (Sinapis arvensis, Brassica. campestris, Raphanus raphanistrum) and Taraxacum vulgare, Cirsium arvense, and Sonchus arvensis were found nearly to the normal extent.

INDHOLD

55. binds 2. hæfte

Side

Studier over jordens fosforsyreindhold. VI. Jordfosforsyrens opløselighed i fortyndet svovlsyre. Ved K. A. Bondorff. 449. beretning fra Statens Forsøgsvirksomhed i Plantekultur 185

Frugtopbevaring. Sammenligning af koldærlager og almindelig ventileret lager. Ved N. Dullum og P. Molls Rasmussen 450. beretning fra Statens Forsøgsvirksomhed i Plantekultur 211

Om staldgødningens mikrobiologiske sønderdeling. I. Det organiske gødningskvælstofs nitrifikation. Ved H. L. Jensen. 451. beretning fra Statens Forsøgsvirksomhed i Plantekultur 237

Forsøg med beskæring af æbletræer. Ved Hans Christensen. 452. beretning fra Statens Forsøgsvirksomhed i Plantekultur 265

Konservering af staldgødning med superfosfat. 1947—1950. Ved Karsten Iversen og K. Dorph-Petersen. 453. beretning fra Statens Forsøgsvirksomhed i Plantekultur..... 282

Opbevaringsforsøg med kartofler 1946—1950. Ved Frode Hansen. 454. beretning fra Statens Forsøgsvirksomhed i Plantekultur..... 303

Forsøg med forskellig udbringningstid for chilesalpeter til æbletræer 1932—50. Ved N. Dullum og Poul Rasmussen. 455. beretning fra Statens Forsøgsvirksomhed i Plantekultur. 327

Undersøgelser over analysenøjagtigheden ved bestemmelsen af reaktionstal (Rt), fosforsyretal (Ft) og kaliumtal (T_K). Af Aage Henriksen..... 337

Foreløbig meddelelse om undersøgelser over ferskenlusens overvintring i Danmark. Meddelelse fra virusudvalget inden for Akademiet for de tekniske Videnskaber. Af Ole Heie..... 346

Årsoversigt for Statens Ukrudsforsøg 1950. Ved H. Ingvard Petersen..... 361

1183051

NIELSEN & LYDICHE (M. SIMMELKIÆR)
KØBENHAVN